

Методичні рекомендації до ПР 7.

Тема. Рекультивація відвалів, териконів та сміттєзвалищ.

Теоретичний матеріал.

Розвиток людської цивілізації супроводжується зростанням мас техногенних, промислових і побутових відходів. *За підрахунками фахівців, щорічно*

накопичується 260-280 кг на одну людину твердих побутових відходів, обсяг промислових відходів утрічі більший.

Відходи і звалища сміття стали великим забруднювачем ландшафту, включно

з поверхневими і підземними водами.

Багато твердих відходів (пластмаси, скло та ін.) не розкладаються протягом багатьох десятиліть, що спричиняє постійне зростання площ полігонів і погіршення екологічного стану передмість.

Відходи, що утворюються в житловому, промисловому, сільськогосподарському та інших секторах господарської діяльності, підлягають утилізації (переробці, похованню, спалюванню, компостуванню та знешкодженню) на спеціалізованих підприємствах і полігонах.

Для знешкодження та утилізації твердих відходів запропоновано понад 20 методів. Водночас проблема боротьби зі сміттям у всіх країнах, особливо розвинених, далека від розв'язання.

Найпоширенішою є технологія складування відходів на полігонах, нею знешкоджується в різних країнах до 14-100 % сміття.

Місце для розміщення полігонів вибирають з урахуванням таких умов:

- виключення або мінімізація впливу негативних наслідків на прилеглі території (агроценози, лісові насадження, поверхневі та підземні води);
- можливість створення техногенного рельєфу, що гармонійно вписується в природний ландшафт.

Під час вибору місця для полігона перевагу віддають землям несільськогосподарського призначення.

Полігони розташовують недалеко від міст (селищ, промислових виробництв), оскільки далеко вивозити сміття економічно не вигідно.

Під час вибору місця для полігона перевагу віддають землям несільськогосподарського призначення.

Полігони розташовують недалеко від міст (селищ, промислових виробництв), оскільки далеко вивозити сміття економічно не вигідно.

Звалища мають бути ізольовані від поверхневих і підземних вод, що забезпечується обвалуванням їх по периметру дамбами з глини з

протифільтраційним ядром і створенням протифільтраційних завіс (екранів) з екологічно безпечних глин.

Захисні екрани створюють методом "стіна в ґрунті". Для відведення дощових і талих вод зі звалища влаштовують канали з очищенням води до скидання її в річки. Рекультивацією та облаштуванням полігонів відходів займаються організації, що входять до системи поводження з відходами та експлуатують ці полігони. Роботи виконують відповідно до проєкту, розробленого і погодженого на стадії відкриття полігона. Найпоширенішими методами обробки та захоронення побутових відходів є такі. Закриті звалища - метод, що дає змогу обробляти великі обсяги побутових відходів (БВ) за відносно малого впливу на навколишнє середовище.

При цьому методі виключаються горіння і пожежі, проте відсутня утилізація продуктів БО.

Відкриті звалища - неконтрольоване скидання відходів, без ущільнення, ізоляції, найчастіше "диким" способом.

Найнеєфективніший, але водночас найпоширеніший метод.

Нерідко відходами завалені всі узбіччя проїжджих доріг, селищ, узлісся лісів, галявини та яри.

Організовані полігони відходів - це більш сучасний метод захоронення відходів, але розрахований на тривале відторгнення площ, тому його не можна визнати перспективним.

Цей метод поєднує переваги закритого звалища. Однак при цьому утилізується так званий біогаз - метан (55-60 %), що утворюється в тілі полігона внаслідок анаеробної біодеструкції органічних речовин.

З кожної тонни побутових відходів утворюється до 200 м³ газу, що відводиться системою горизонтальних дірчастих труб у газгольдер і потім використовується в паливних або енергетичних установках.

Останніми роками широкого поширення набув метод спалювання сміття. У деяких країнах шляхом спалювання утилізується до 70 % твердих відходів.

Спалювання сміття - далеко не нешкідливий метод, оскільки сміттєспалювальні заводи не забезпечують захист навколишнього середовища.

Утворений під час спалювання сміття отруйний газ діоксин забруднює повітряний басейн у радіусі до 30 км.

Перспективним є застосування вторинної переробки відходів.

Заслуговує на увагу досвід організації переробки відходів м. Токіо (Японія), де створено широку мережу пунктів збору і сортування використаної упаковки, на вулицях встановлено кольорові контейнери для роздільного збирання пластмас, прозорого і темного скла тощо.

Пресування – це поділ відходів на тверді та рідкі компоненти з подальшою

їх переробкою під тиском 80 МПа.

Отримувані за таких параметрів обробки тверді відходи мають об'ємну масу близько 1000 кг/м³ і можуть знайти застосування в будівництві.

Піроліз – це знешкодження відходів, яке відбувається в умовах дефіциту кисню і за температури 600-800 °С, що призводить до термічного розкладання відходів та їх знешкодження.

Цей метод привабливий у разі використання тепла, що утворюється, для вироблення теплової або електричної енергії, а також для захисту атмосфери від газів і твердих викидів.

Компостування – це біохімічний процес знешкодження відходів.

Його переваги полягають у найкоротшому терміні (до 6 діб) перероблення відходів і отриманні біопалива та компосту, який використовують як добриво в сільському господарстві.

Технологічний процес здійснюється в обертових барабанних барабанах діаметром 3-3,5 м і завдовжки 20 м і потребує дотримання режимних параметрів:

- температури;
- вологості;
- тривалості перемішування;
- сушіння.

Методи польового компостування твердих побутових відходів до Метано застосовувати в містах із населенням до 500 тис. чол. як найпростіший і найдешевший спосіб знешкодження та переробки відходів.

Споруда й устаткування польового компостування мають забезпечити приймання і попереднє дроблення відходів, біотермічне знешкодження та остаточну обробку компосту.

Відходи розвантажують у приймальний бункер або на рівний майданчик. Потім бульдозером або грейдерним краном формують штабелі, в яких відбуваються процеси аеробного біотермічного компостування.

Рекультивація полігона зі здійсненням інженерно-біологічних заходів охоплює очищення прилеглих до полігона територій, засипання глинистим ґрунтом, ущільнення та гідроізоляцію поверхні звалищних ґрунтів, висаджування деревинно-чагарникових рослин, висівання трав, асортимент яких добирають з урахуванням родючості й токсичності ґрунтів.

Тривалість рекультиваційного періоду полігонів відходів залежить від

напрямку використання і часу стабілізації тіла відвалів:

- для посіву багаторічних трав і створення ріллі цей період становить 1-3 роки;
- посадки декоративних дерев і чагарників - 2-3 роки;

- створення садів - 10-15 років.

Органічну складову відходів житлово-комунального сектору, що утворюється після сортування побутових відходів (до 70 % ТПВ), деревно-рослинні рештки (обрізка, зведення дерев і чагарників) і незабруднені потенційно родючі ґрунти дометано спрямовувати на виробництво компосту з подальшим його використанням при благоустрої та озелененні міських територій або для рекультивації полігонів відходів.

Як приклад розглянемо схему організації та рекультивації складованих відходів, що складаються зі сміття і деревно-рослинних залишків.

Відсіпання відходів ведуть пошарово без покриття поверхні екрануючим ґрунтом або ґрунтом. Це забезпечує інтенсивне розкладання рослинних залишків і виділення метану та інших хімічних речовин, що перешкоджають біогеохімічним процесам.

Укоси роблять ерозійно стійкими, вкривають їх субстратом зі сміття, дрібних рослинних залишків, ґрунтів і ґрунту, засівають травосумішами.

Для організації відведення поверхневої води на уступах (терасах) створюють мережу неглибоких каналів.

Фільтраційні води за допомогою дренажної мережі відводять на очисні споруди або на біологічні ставки очищення (рис. 13).

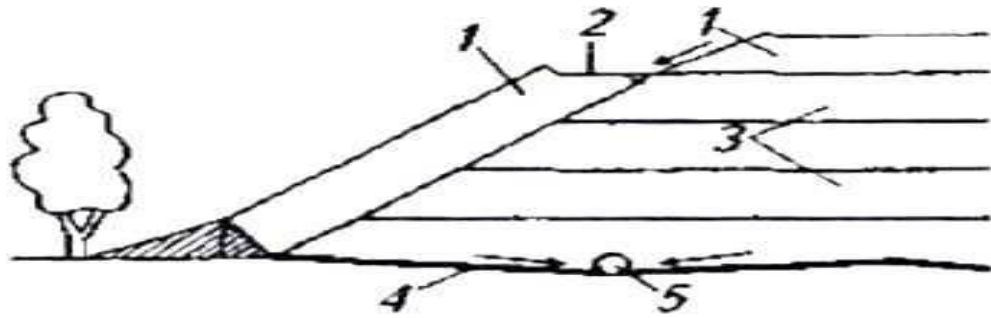


Рис. 14. Організація та рекультивація полігона твердих відходів: 1 - шар субстрату з подрібнених відходів і ґрунту; 2 - уступ для збору води; 3 - пошарове укладання відходів; 4 - екранувальний шар; 5 – дренаж.

база для їх складування. Відповідно до ст. 1 Закону України «Про відходи» від 5 березня 1998 року № 187/98-ВР відходами є будь-які речовини, матеріали та предмети, що утворюються в процесі людської діяльності, не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник має позбутися шляхом утилізації чи видалення. Так, відповідно до ч. 2 ст. 46 Закону України

«Про охорону земель» від 19 червня 2003 року № 962-IV підприємства, установи та організації, а також громадяни, діяльність яких пов'язана з накопиченням відходів, зобов'язані забезпечувати своєчасне вивезення таких відходів на спеціальні об'єкти, що використовуються для їх збирання, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження й захоронення (табл. 6).

Як відомо, значна кількість і різноманітність відходів зумовлює необхідність їх групування. Класифікацію відходів проводять залежно від різних ознак. Так, за джерелами утворення відходи поділяються на:

- 1) побутові відходи;
- 2) відходи виробничого споживання;
- 3) відходи виробництва.

За агрегатним станом відходи поділяються на: 1) тверді; 2) газуваті (гази та їх суміші); 3) рідкі.

За токсичністю відходи класифікують залежно від небезпечності отруєння на 4 класи: I – надзвичайно небезпечні, ГДК робочої зони менше 0,1 мг/м³; II – високонебезпечні, ГДК робочої зони 0,1-1 мг/м³; III – помірно небезпечні, ГДК робочої зони 1,1-10 мг/м³; IV – малонебезпечні, ГДК робочої зони більше 10 мг/м³.

Утилізація відходів великих міст у сміттєзвалищах залишається найпоширенішим і досить дешевим шляхом порятунку від сміття.

Поверхню звалища, яке припиняє своє функціонування, покривають шаром ґрунту завтовшки 15-15 см і засівають травами. Згодом, коли сміття під цим шаром перегниє і температура ґрунту на рівні кореневих систем не буде перевищувати 25 °С, можна здійснювати посадку дерев і чагарників.

Проте, як зазначає Х. Пойкер, і без насипання родючого шару звичайний сміттєвий відвал перетворюється в процесі розкладу відходів у цінний для розвитку рослинності ґрунт.

Зараз в Україні сфера поводження з ТПВ, як основними чинниками такого забруднення, знаходиться в певному кризовому стані. Ця криза має кілька аспектів, головними з яких є:

1. обсяг ТПВ безупинно зростає, як в абсолютних величинах, так і на душу населення;

2. склад ТПВ змінюється, поповнюючись все більшою кількістю екологічно небезпечних компонентів;

3. ставлення населення до традиційних методів розміщення сміття на смітниках стає різко негативним;

4. економіка поводження з відходами ускладнюється, вартість переробки і розміщення відходів стрімко зростає, сучасне поводження з відходами із суто економічних причин потребує великі інвестиції приватних підприємств.

5. законодавче забезпечення у сфері ТПВ не охоплює усіх основних аспектів даної проблеми.

Таблиця 6

Сміттєзвалища, які потребують рекультивації в Україні

Регіон, область	Кількість сміттєзвалищ, які необхідно рекультивувати, шт.
АР Крим	45
Вінницька	12
Волинська	7
Дніпропетровська	41
Донецька	33
Житомирська	42
Закарпатська	108
Запорізька	4
Івано-Франківська	9
Київська	26
Кіровоградська	3
Луганська	11
Львівська	21
м. Київ	2
м. Севастополь	1
Миколаївська	2
Одеська	43
Полтавська	25
Рівненська	4
Сумська	18
Тернопільська	10
Харківська	32
Херсонська	3
Хмельницька	4
Черкаська	5

Чернівецька	23
Чернігівська	28
Всього:	562

На даний час рівень утилізації ТПВ в Україні становить 5%. Для порівняння – у Німеччині рівень переробки побутових відходів більше 70%, в Польщі – до 55%.

В Україні близько 130 тис. га земельної площі зайнято сміттєзвалищами. Щороку в країні створюється 19 тис. несанкціонованих сміттєсховищ. Офіційно ж в Україні зібрані побутові відходи захороняються на території 4,5 тис. сміттєзвалищ і полігонів. Кількість сміттєзвалищ, які вичерпали свою потужність, становить понад 50%. Майже 90% сміттєзвалищ не відповідають нормам екологічної безпеки (рис. 16).

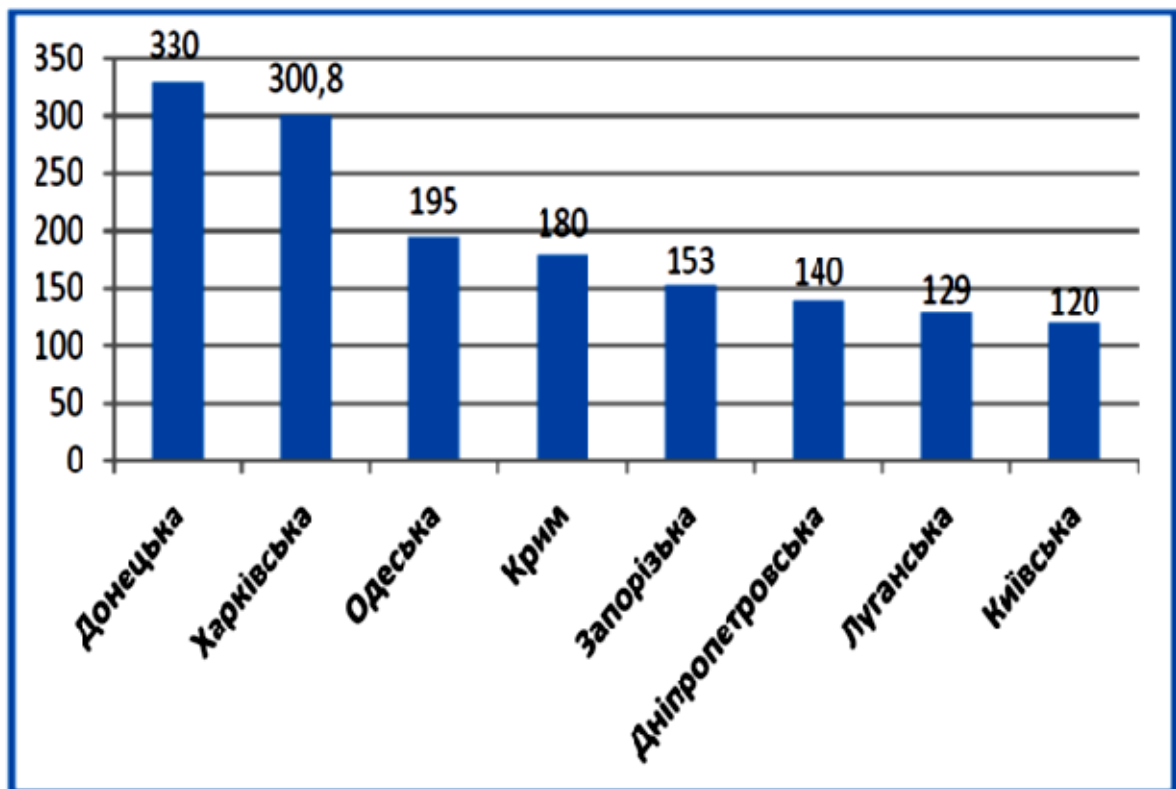


Рис. 16. Площі під звалищами по областях України (га) .

Найбільші площі під звалищами зайняті в таких областях України (табл. 5). Практично всюди відсутні системи утилізації фільтрату, що збільшує техногенну небезпеку цих об'єктів. Неналежним чином проводиться рекультивація сміттєзвалищ, відповідними роботами охоплено лише 20 % із тих, що потребують рекультивації.

Загалом, на територіях звалищ твердих побутових відходів, як і на територіях промислових розробок, найбільшого негативного впливу зазнає ґрунтовий покрив. **Порушення, що виникають, можна поділити на три види**

– *механічні, фізичні та хімічні*.

Механічне порушення ґрунтового покриву зумовлене відведенням під звалища побутових відходів земель, які раніше використовувались в сільському чи лісовому господарствах; розміщенням побутових відходів на територіях, де попередньо не знімається родючий шар ґрунту; деформацією поверхні та формування акумулятивних форм рельєфу.

Фізичне порушення ґрунтів пов'язано зі змінами структури та складеності, ущільненням верхнього горизонту, погіршенням їх водного, повітряного та теплового режимів.

Хімічне порушення ґрунтів зумовлене забрудненням різними токсичними речовинами, зменшенням вмісту поживних речовин, зміною кислотності та хімічного складу ґрунтового покриву.

Технологічний процес відновлення ґрунтового покриву та рослинності на територіях, порушених складуванням твердих побутових відходів, є надзвичайно складний та здебільшого дороговартісний.

Слід зазначити, що сміттєзвалище після його закриття швидко заростає бур'янами, а тому цей процес необхідно регулювати. Для швидкого і різностороннього розвитку ґрунтів використовують авангардні види дерев і чагарників – краще крупномір. Не рекомендують висаджувати в таких умовах хвойні, а також березу.

Озеленення сміттєзвалищ не завершується посадкою дерев і чагарників. Створенні насадження вимагають постійного догляду, особливо рубок – догляду та санітарних. Не варто допускати загущення посадок і створювати умови для небажаної конкуренції рослин.

Фітомеліорація буває штучна та природна. Штучна фітомеліорація входить в комплекс рекультиваційних робіт (біологічний етап) та регулюється вимогами ДБН В.2.4-2-2005. Використання штучної фітомеліорації можливе лише після врахування вимог щодо нанесення насипних ґрунтосумішей та ізоляційних екранів при технічному етапі рекультивації сміттєзвалищ. Дерев та чагарники не слід висаджувати при температурах субстрату +25°C та вище. Хвойні види садити не рекомендується внаслідок їх чутливості до техногенних забруднень та радіаційного фону. Своєю чергою деревно-чагарникова рослинність відіграє важливу роль для зменшення техногенного пресингу небезпечних речовин сміттєзвалищ на довкілля використовуючи природну перетворювальну функцію та забезпечує належну естетику.

Природна фітомеліорація вивчає стадійну динаміку рослинних серійних угруповань, які спонтанно з'явилися на сміттєзвалищі (сингенетична стадія сукцесії) та продовжують розвиватися (ендоекогенетична стадія сукцесії). Природна фітомеліорація не передбачає технічного етапу, оскільки внаслідок

цього буде знищено рослинний покрив та деревно-чагарникову рослинність, яка вже набула розвитку. Чимало дослідників стверджують, що сміттєзвалища без втручання людини швидко заростають рудеральною рослинністю. Рудеральна рослинність на сміттєзвалищі, безумовно, є позитивним явищем, оскільки сприяє збагаченню едафотопу та розвитку стійких фітоценозів-меліорантів. Найбільш прийнятними для сміттєзвалищ є бобові. Загалом природні фітомеліоративні процеси сміттєзвалищ на стадіях ендоекогенезу необхідно регулювати з метою виключення конкуренції рослин та запобігання виникненню загорянь сміття.

Фітомеліоративна ефективність фітоценозів-меліорантів розраховується в балах (В. П. Кучерявий, 2003) залежно від проєктивного вкриття досліджуваної ділянки ценозами. Дослідженнями встановлено, що поверхня сміттєзвалищ придатна для розвитку рудеральної та деревно-чагарникової рослинності. ***На сміттєзвалищах розвивається, переважно, зональний тип рослинності притаманний природному середовищу в межах якого функціонує сміттєзвалище. Автор зазначає фітоценози-меліоранти поділяють на три групи:***

1. спеціальні, в яких фітомеліоративна функція має провідне значення (парки, захисні смуги, лісопарки тощо);
2. продуктивні, в яких перше місце відводиться отриманню продукції, а фітомеліорація має другорядне значення (ліси, поля, луки, сади, виноградники тощо);
3. рудеральні (бур'яни), які спонтанно виконують фітомеліоративні функції.

Заростання сміттєзвалища, яке затухає розпочинається із спонтанної рудеральної рослинності. Її бажано підтримувати або спрямовувати розвиток у потрібне русло, а це відбувається шляхом висіву цінних культурних рослин, особливо бобових. Як зазначає Х. Пойкер (1987) свідчить, що дерева та чагарники можна висаджувати ще до закінчення процесу нагріву і розкладу відходів, але при температурі ґрунту, що не перевищує 25 С і при завершенні процесу осідання ґрунту. Для цього використовують авангардні види і всі листяні, крім *Betula pendula* та *Fagus silvatica*. Хвойні не рекомендують. У додатку Ж зображено звалище сміття безґрунтового покритву.

До нагромадження важких металів найбільшою схильність відзначився багаторічний злак *Calamagrostis epigeios* L. У листі виявлено Ni 703 мг/кг сухої маси, а в корінні – 346 мг/кг. Цей вид на поверхні полігону ТПВ сформував популяцію із високою продуктивністю – 15 ц/га, а саме це сприяло нагромадженню рухомих форм важких металів сміттєзвалища й утриманню їх гранично допустимих концентрацій на досить безпечному рівні (у 5-10 разів

нижче від порогових значень). Дорослі особини *Calamagrostis epigeios* L. виявилися стійкими до нагромадження важких металів у надземній масі та до скошуванню. Виявили, що ця рослина у фазі проростання також є стійка до дії важких металів. Зроблено висновок, що *Calamagrostis epigeios* L. потрібно використовувати в процесі фітомеліорації недіючих полігонів ТПВ.

Дослідження показали, що поверхня сміттєзвалищ придатна для розвитку деревно-чагарникової рослинності та рудеральної. Слід зазначити, що на сміттєзвалищах розвивається, переважно, зональний тип рослинності, який притаманний природному середовищу в межах якого функціонує сміттєзвалище.

Основною екологічною та економічною проблемою при рекультивації сміттєзвалищ є дефіцит родючих ґрунтосумішей для створення рекультиваційного вкриття, а використання значних обсягів цих ресурсів створює значне антропогенне навантаження. Для рекультивації 1 га сміттєзвалища необхідно до 10 тис. м³ родючих ґрунтів, що спричиняє порушення 5 га природних земель, тобто у

5 разів перевищує площу сміттєзвалища, яке рекультивується. При відсутності ґрунтосумішей для створення рекультиваційного вкриття сміттєзвалище необхідно піддавати природній фітомеліорації.

Вказується, що природна фітомеліорація сміттєзвалищ передбачає використання рудеральних фітоценозів-меліорантів при ренатурації деастрованих ландшафтів. Як уже зазначалося, багатьма вченими (Л.А. Раменський, Х. Пойкер, В.П. Кучерявий, Р.М. Панас, Ю.Г. Маджугіна, Т.О. Попутнікова) вже доведена ефективність використання рудероценозів для фітомеліорації сміттєзвалищ. Такий підхід є справедливим при недостатньому фінансуванні рекультиваційних робіт на сміттєзвалищах і малій увазі владних структур до екологічних проблем регіонів.

За способом ведення боротьби у фітоценозі сміттєзвалищ рудеральні меліоранти розподіляють на три групи:

1. **Експлеренти** (піонери), які першими заселяють нові екотопи і швидко випадають із ценозу. Це однорічні світлолюбні рослини, пристосовані для розвитку на вільних просторах. Вони не здатні конкурувати із багаторічниками. На сміттєзвалищах Лісостепової зони виявлені такі експлеренти: *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia absinthium* L., *Chenopodium urbicum* L., *Cirsium vulgare* (Savi), *Arctium lappa* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Taraxacum hybernum* Steven. та інші.

2. **Патієнти** (виносливі), які ростуть у сурових екологічних умовах. В мезофільних місцезростаннях розвиваються та зберігаються в ценозі до 15 років та більше. На сміттєзвалищах у межах Лісостепу виявлені такі патієнти: *Plantago*

major L., *Rubus caesius* L. та інші.

3. **Віоленти** (силовики) захоплюють територію, яку заселяють перші два типи, утримують її та створюють зональні фітоценози. На сміттєзвалищах у межах Західного Лісостепу виявлені такі віоленти: *Quercus robur* L., *Eutrigia repens* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Phragmites australis* L. та інші.

Слід зауважити, що рудеральні фітоценози-меліоранти ефективними є у перші роки ренатурації сміттєзвалищ. Далі внаслідок своєї нестійкості до ерозій і змивів вони повинні бути замінені на стійкі угруповання. Підбір лісових культур для фітомеліоративних робіт необхідно здійснювати з врахуванням вивчення стрес- фізіології дикоростучих і деяких видів культурних рослин

Фітомеліоративні заходи проводять там, де відбулися зміни умов місцезростання, причому ці зміни могли відбуватися сотні років тому (наприклад, Олешківські піски на півдні України) чи недавно (звалища).

Нормативні документи, які регламентують експлуатацію полігонів твердих побутових відходів не передбачають можливості природного заростання звалищ. Основні норми проектування полігонів ТПВ (ДБН В.2.4-2-2005) передбачають сівбу багаторічних трав, садіння дерев, чагарників лише для південних і північних регіонів України та без необхідних обґрунтувань тривалість визначають 4 роки. Підбір видового складу рослинності для лісової чи сільськогосподарської фітомеліорації повинен здійснюватися не тільки зважаючи на місця розташування сміттєзвалищ за регіонами, а й з врахуванням умов едафотопу та мік-рокліматопу, морфологічного складу сміття, давності відсіпання звалища, процесів горіння.

Загалом, полігони твердих побутових відходів як потенційно небезпечні об'єкти функціонують із порушенням вимог щодо їх експлуатації. В умовах недостатнього фінансування робіт з їх утримання та рекультивації найбільш прийнятним засобом виведення їх з експлуатації є природна фітомеліорація. Цей засіб передбачає регулювання природних фітомеліоративних процесів та сприяння природному заростанню сміттєзвалищ.

Розвиток фітоценотичного вкриття на сміттєзвалищах сприяє зародженню неорельєфу і утворення гумусового шару, що позитивно впливає на розвиток деревно-чагарникової та трав'яної рослинності як основного засобу покращення екологічного стану та естетики довкілля. Слід відмітити і певні застереження щодо особливості рекультиваційної політики сміттєзвалищ в Україні. У багатьох країнах світу рекультивація сміттєзвалищ – це запорука їх безпечності для довкілля. Більше того, чимало полігонів після цього перевтілюються на відпочинкові зони та парки і ніщо не нагадує про те, що свого часу там захоронювалося сміття.

Тим часом в Україні не поширена практика рекультивації сміттєзвалищ і

чимало з них вичерпали свій безпечний термін експлуатації. Змінити це можна, провівши комплекс заходів для того, аби полігони стали безпечними. Отож, пропоную детальніше дізнатися про те, чому важливо рекультивувати звалища.

На всіх сміттєзвалищах без виключення утворюється полігонний газ, який від 30 до 60% складається із метану. А він є одним із шести найнебезпечніших газів, що знищує озоновий шар та викликає парниковий ефект. Більше того, при накопиченні газу можуть виникати локальні займання і пожежі. Це призводить до серйозних викидів діоксинів та фуранів. Тим часом при рекультивації полігонів обов'язково облаштовується система дегазації, яка дає можливість відбирати полігонний газ та унеможлиблювати його потрапляння в атмосферу.

Також на всіх звалищах утворюється фільтрат і навіть якщо полігон припиняє приймати відходи на захоронення, а цю речовину не збирають та не очищають, фільтрат продовжує з'являтися ще впродовж 100 – 200 років, забруднюючи ґрунтові води.

Наразі ж в Україні офіційно налічують 5455 сміттєзвалищ, загальною площею понад 8,5 тисяч га. Такі дані надає Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Якщо їх не рекультивувати, то ця територія не лише занепадає, а й продовжує забруднювати повітря, ґрунт і ґрунтові води навіть після їх закриття. А завдяки рекультивації місця, де раніше захоронювалися відходи, можна перетворити на парки, зони відпочинку та використовувати з користю.

Ще однією небезпекою звалищ, у такому вигляді, як вони діють у більшості в Україні, є ймовірність обвалів сміття. Адже полігон – це не просто купи сміття, які хаотично накопичуються, а фактично інженерний об'єкт, де відходи мають розміщуватися картами, пересипаються шарами ґрунту та захоронюються за технологією.

На жаль, в Україні це не надто поширена практика. Тому важливо проводити принаймні технічну рекультивацію звалищ, адже вони можуть бути безпечними для довкілля лише після комплексу відновлювальних заходів. Зокрема, коли територію покрито непроникним шаром геотекстилю, мембраною тощо, відповідно, дощові води не можуть проникати у тіло полігону та зменшується кількість фільтрату до повного припинення його утворення. Цей процес займає приблизно 15-20 років.

Відповідно до вимог Національної стратегії управління відходами до 2030 року в Україні має бути спрямовано на переробку 65% усіх відходів, а для країн ЄС цей показник відповідає 90%. Першим етапом має бути будівництво сміттєпереробних підприємств (не менше, ніж 200) та рекультивація полігонів. Але для того, щоб пришвидшити процес переробки, громадяни мають сортувати сміття, а обслуговуючі компанії – придбати контейнери для роздільного збору

ТПВ та встановити їх на прибудинкових майданчиках.

Найбільш успішною у сортуванні та переробці сміття стала Швеція. Там переробляється 99% і останнім часом шведи вимушені імпортувати сміття від сусідів через його нестачу. За допомогою сучасних технологій вони переробляють сміття на енергію, якою живиться громадський транспорт, опалюються та освітлюються муніципальні установи та житлові будинки.

Польща має жорстке законодавство та два тарифи за вивіз сміття, де на сортоване ціна значно нижча, ніж на несортоване сміття. Також існує система штрафів за регулярну відмову від сортування відходів.

В Австрії навчилися за допомогою біотехнологій розщеплювати пластик для переробки на нові текстильні та інші вироби. А сміттепереробний завод у Відні став справжнім артоб'єктом. В столиці Данії Копенгагені пішли ще далі і побудували на даху сміттепереробного заводу лижний спуск довжиною 500 метрів, стіну для скелелазіння та інші спортивно-тренувальні об'єкти.

Слід при цьому зауважити, що у багатьох країнах світу поширена практика подальшої експлуатації полігонів після технічного етапу рекультивації. Тоді сміття захоронюють картами, кожна з яких є гідроізольована мембраною, організований дренаж для збору фільтрату, сміття пересилається шарами ґрунту, обов'язково облаштовуються системи вертикальної і горизонтальної дегазації тощо. Всі ці кроки роблять навіть діючі полігони безпечними для довкілля.

Проектування полігонів та рекультивація сміттєзвалищ є відповідальною справою, оскільки дані об'єкти становлять в підвищену небезпеку для людей та довкілля. Роботи з проектування відбуваються в 3 етапи:

- дослідження (моніторинг) існуючої ситуації;
- проектування;
- експертиза проекту.
- Під час проектування необхідно врахувати містобудівні умови та обмеження, вимоги законодавства, зокрема вимоги ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів», «Правила експлуатації полігонів побутових відходів», а також усі наявні екологічні аспекти та ризики.

Полігони для відходів сьогодні розробляються і будуються з урахуванням подальшого сортування та переробки сміття. Проектування має відбуватися відповідно до законодавства та вимог екологічної безпеки з обов'язковим включенням дренажної системи, що виводить фільтрат. Для захоронення залишків відходів після сортування полігон має структуру в кілька рівнів, чимось схожу на кар'єр. Але краще їх перетворювати на енергію в сучасних сміттєспалювальних установках. Відповідно до п. 3.2., ч. III Правил експлуатації полігонів побутових відходів, на полігонах побутових відходів мають бути

щорічні технологічні плани організації робіт із захоронення відходів, на яких позначаються робочі карти. Це робить процес захоронення вчасним та регульованим, що спрощує рекультивацію – відновлення родючого шару землі.

Кожне сміттєзвалище має бути рекультивоване за правилами, аби уникнути екологічної катастрофи, а відновлені ґрунти – озеленені. До 2030 року в Україні має залишитися близько 300 полігонів, а решта мають пройти процес рекультивації, аби історії на кшталт «львівського сміття» не повторювалися. Рекультивація земель після закриття полігона ТПВ проводиться згідно з розробленим проєктом. Рекультивація проводиться після завершення стабілізації закритого полігона ТПВ – процесу зміцнення звалищного ґрунту, досягнення ним постійного стійкого стану. Строки процесу стабілізації наведені в таблицях 7-8.

Основними вихідними даними для виконання проєкту рекультивації є:

- рік закриття полігона ТПВ;
- рік відкриття полігона ТПВ; вид відходів (побутові, промислові, будівельні), що складавалися на полігоні ТПВ;
- відстань від полігона ТПВ до найближчих містобудівних об'єктів, км;
- загальна площа відчуження, га;
- площа, зайнята безпосередньо відходами, га;
- загальний об'єм накопичення відходів, тис. м³;
- об'єм надходження відходів по роках експлуатації, тис. м³;
- висота шару відходів, у т.ч. над рівнем землі, м;
- верхній шар ізолюючого матеріалу (ґрунт, шлак, будівельні відходи);
- товщина верхнього шару ізоляції, м;
- місцевість, на якій розташований полігон ТПВ (ліс, поле, яр, кар'єр);
- відомча належність прилеглих земель;
- передбачене використання даної території надалі;
- відстань від місця навантаження рослинного ґрунту до закритого полігона ТПВ, км;
- самозаростання полігона ТПВ, %;
- вид рослин, чагарників, дерев;
- густина травостою, %;
- вік дерев, роки.

Таблиця 7 Рекомендовані строки стабілізації закритих полігонів ТПВ для різних кліматичних зон України

Вид рекультивації	Строки, років	
	Південний регіон	Північний регіон

Сівба багаторічних трав, створення ріллі для технічних культур, газонів	1	2
Садіння чагарників, садженців декоративних дерев	2	2
Садіння дерев для утворення парків тощо	2	2
Створення садів	10	10

Таблиця 8 Рекомендоване улаштування верхнього рекультиваційного шару

Вид рекультивації	Висота рекультиваційного шару, см		
	Підстильний шар, см	Висота насипного шару родючої землі, по регіонах	
		Південний регіон	Північний регіон
Сівба багаторічних трав	70	30	30
Рілля	50-60	50	40-50
Чагарники	70	30	30
Дерева	70	40-50 / 30	40-50 / 30
<i>Примітка:</i> У чисельнику – висота шару в посадковій ямі, у знаменнику – висота шару на рекультивованій ділянці. За даними санітарно-епідеміологічного контролю можливим є використання поверхні рекультивованих земель, зайнятих під полігон ТПВ для вирощування інших сільськогосподарських культур			

Після закінчення технічного етапу рекультивації ділянка передається для проведення біологічного етапу рекультивації земель, зайнятих під полігон ТПВ.

Цей етап триває 4 роки і включає такі роботи: добір асортименту багаторічних трав, підготування ґрунту, сівбу і догляд за посівами.

Через 4 роки після сівби трав територія рекультивованих земель полігона ТПВ передається відповідному відомству для наступного Метаового використання у сільськогосподарському, лісгосподарському або інших напрямках.

Рекультивація відвалів. Вимоги до гірничотехнічного етапу рекультивації включають зняття родючого шару ґрунту, селективну виїмку порід розкриву, транспортування та використання для рекультивації родючого ґрунтового шару і потенційно родючих розкритих порід, формування рельєфу і структури поверхневого шару, створення під'їзних шляхів та протиерозійних споруд.

Поверхневий шар служить основою для формування кореневого горизонту рекультивованої ділянки. При проведенні біологічної рекультивації увага

звертається на поверхневий шар, якість якого визначає можливість створення рослинного покриву, трудомісткість меліоративних заходів. Склад і структура верхнього шару визначають види освоєння території. Потужність цього шару для вирощування деревних і чагарникових рослин повинна становити не менше 1,5-2 м. Штучно формується при рекультивації верхній горизонт (Р-горизонт) створюють за схемою, близькою до природного (нижній шар – сприятливі водно-фізичні властивості, верхній – гумусний горизонт).

Ступінь біологічної придатності ґрунтів встановлюється на основі фізичних і хімічних властивостей порід розкривний товщі і за спостереженнями за природним заростанням. Практично виділяються три основні групи розкривних порід за ступенем придатності їх для біологічної рекультивації: придатні (родючі і потенційно-родючі), малопридатні, непридатні. Групи поділяються на підгрупи по фізичним і хімічним властивостям.

До непридатних за фізичними властивостями відносяться сильнокам'янисті скельні породи. Непридатність порід за хімічними властивостями визначають, як правило, несприятлива реакція середовища (сильно кисла або сильно лужна) і високий рівень засолення. Перша група складається у тимчасові відвали і використовується згодом для створення рекультиваційного шару. Друга група - основна частина гірської маси відвалів, для яких характерна мала кількість елементів живлення рослин, несприятливий механічний склад, але можливе використання для створення лісонасаджень. Третя група - переважно скельні породи. Придатність порушених земель встановлюється на основі наступних чинників:

- Природних фізико-географічних умов: рельєфу, геології, ґрунту, клімату, рослинності, гідрології;
- Господарських, соціально-економічних та санітарно-гігієнічних умов;
- Технології і комплексної механізації гірничих робіт, строку експлуатації кар'єра і стадії розвитку підприємства, на якому проєктуються рекультиваційні роботи;
- Економічної доцільності і соціального ефекту рекультивації.

Для поліпшення структури та якісного складу ґрунтосуміші рекультиваційного шару необхідний цілий комплекс заходів щодо їх меліорації.

Меліоративні заходи ділять на групи:

- Фізико-хімічні методи меліорації ґрунтосуміші;
- Збагачення ґрунтів за допомогою внесення добрив і посіву сидератів;
- Біологічні методи інтенсифікації росту лісокультур шляхом введення до їх складу порід азотонакопичувачів.

Лісові культури на відвалах. Оптимальним вважається лісонасадження, де найбільш повно використано потенційна родючість ґрунту для росту деревних

порід, отримані найбільші запаси деревини, виявляються корисні властивості лісу: кламаторегулюючі, водоохоронні, ґрунтозахисні, санітарно-гігієнічні та ін.

У світовій практиці склалася особлива форма ведення лісового господарства на промислових відвалах - створення попередніх меліоративних насаджень з швидкозростаючих невимогливих порід і поступова заміна їх насадженнями з більш цінних порід. Меліоративні породи - це вільха, акація біла, тополя. Існує тривимірне лісівництво - створення стійких екосистем, замінюють менш продуктивну природну рослинність (обширні лісосмуги, що перемежуються з пасовищних угідь).

Підбір порід будують за зональним принципом, з урахуванням біологічної придатності ґрунтів. Л.П. Баранник (1976) пропонує визначати такі показники біологічної стійкості лісових порід, як морозостійкість, посухостійкість, вимогливість до ґрунтової родючості, швидкість зростання, меліоративні якості, і виражає ці властивості в балах (високі, середні, низькі і т. д.).

Відповідно до біологічної характеристики виділяється група піонерних видів: модрина, сосна, береза, тополя, верба, вільха, акація. Токсичні породи з високою кислотністю переносять акація, береза, вільха, тополя, лох, обліпіха, сосна, верба, клен, осика, смородина, спірея, тамариск. А карбонатні лужні - сосна, акація, береза, клен, вільха, лох, обліпіха.

Порівняно великий вибір видів дозволяє створювати на відвалах складні за складом насадження різних типів і призначення - меліоративні, протиерозійні, водорегулювальні лісосмуги, ремізні, лісопаркові та масивні експлуатаційні.

Меліоративний тип лісокультур для токсичних сульфідовмісних ґрунтосумішей. Меліоративний тип лісових культур розробляється для вкрай несприятливих у біологічному відношенні відвалів, складених токсичними ґрунтосумішами. На них можна використовувати сосну, березу, тополя, вільху, акацію, але потрібна меліорація ґрунту. Ефективні екранування непридатних ділянок шаром суглинку або вапнування з глибоким розпушуванням і промиванням. Обов'язкова підготовка ґрунтосуміші по системі сидерального пара і посіви буркуну. Необхідно вирощувати не чисто соснові лісонасадження, а змішані сосново-березові лісокультури з вільхою.

Таким чином, підбирати тип лісових культур потрібно з урахуванням розподілу ділянок ґрунтосуміші різного ступеня токсичності на поверхні відвалів.

На нетоксичних розкритих ґрунтах можна вирощувати лісові насадження різного Метаового призначення: це лісопарки, експлуатаційні, захисні, меліоративно-озеленювальні, підготовчі ремізні та інші насадження. Для всіх видів обов'язковим є виконання меліоративних та ґрунтозахисних функцій.

В усіх ґрунтово-кліматичних зонах на пухких ґрунтах легкого механічного

складу без смітної рослинності можливе вирощування лісової культури без підготовки ґрунту. На ґрунтах важкого механічного складу з бур'янами суМетана спалах обов'язкове. Проектуванню і створенню лісових культур має передувати агротехнічне обстеження і великомасштабне картування поверхні відвалів.

При підборі деревних і чагарникових порід і складанні проектів лісових культур перевагу слід віддавати змішаним насадженням, які, як правило, більш стійкі, ніж з однієї породи, повніше використовують ґрунтові та атмосферні ресурси середовища. До складу посадок бажано вводити до 30-50% чагарників.

Необхідно, однак, зазначити, що обліпиху не слід змішувати з іншими деревними породами, так як вона дає на відвалах високу енергію росту і через 4- 5 років витісняє всі інші види. Можна рекомендувати такі схеми змішування:

1. Сосни – 33%, модрини – 17%, чагарників – 50%;
2. Сосни – 33%, берези – 33%, чагарників – 33%;
3. Модрини – 30%, берези – 25%, чагарників – 45%;
4. Берези – 50%, чагарників – 50%.

Остання схема призначена для несприятливих умов – на ветроударних і схилах південної експозиції, на вершинах відвалів.

На ділянках лісової рекультивації, призначених для створення зон відпочинку і мають ландшафтне призначення, бажано куртини змішання деревно- чагарникових порід, величина окремих куртин може досягати 0,1-0,3 га.

Розміщення саджанців на площі встановлюється у кожному конкретному випадку залежно від біологічних властивостей висаджуються порід, лісопригодності ґрунту, призначення створюваних лісопосадок, особливостей рельєфу ділянки. Переважно рівномірний розподіл саджанців по площі (наприклад, 1х1 м або 1,0х1,2 м). У цьому випадку швидше відбувається змикання крон і закріплення поверхні відвалів. Однак у разі проведення механізованих робіт ширина міжрядь збільшується до 1,5-2 м, а в рядах відстань між рослинами відповідно скорочується до 0,5-0,7 м. Плодово-ягідні обліпихові плантації слід створювати з шириною міжрядь 2-2,5 м, висаджуючи на 1 га 2-2,5 тис. саджанців.

У більшості випадків догляду за лісопосадками на відвалах (прополка і розпушування) не потрібно. Трав'яниста рослинність на свіжевідсипаних або недавно розрівняних відвалах практично відсутня. Якщо і з'являється польова рослинність, то вона зазвичай не утворює густого травостою і не пригнічує деревну рослинність. І тільки у виняткових випадках, при великій густоті бур'янистих трав, необхідно проводити прополку лісових культур.

Розпушування вимагається на важких глинистих ґрунтах, де можливе

утворення на поверхні щільної кірки. На відвалах з аргілітів, алевролітів, пісковиків, що утворюють щебенево-пластинчасті кам'янисті ґрунтосуміші, поверхневий шар породи зазвичай буває досить рихлим. Створювані на відвалах лісонасадження мають переважно захисне, санітарно-гігієнічне та рекреаційне значення, але можливо і лісогосподарське їх використання

Серед кар'єрно-відвальних типів ландшафту виділяють такі основні, як *оголені*, коли відсутній або майже відсутній рослинний покрив. Вони утворені або дуже свіжими відвалами, які ще не встигли зарости, або старими відвалами, складеними токсичними ґрунтами; *пустинні*, на яких присутня бур'яно-польова, лучно-степова та чагарникова рослинність. Цей тип є одним із найкращих типів місцевості кар'єрно-відвальних комплексів у зрілій стадії;

озерно-горбисті оголено-пустинні, представлені значною кількістю водойм у міжрядових пониженнях і нерівномірною рослинністю від оголених гряд (у випадку токсичних порід) до утворених пустинь; *лісові*, покриті переважно сосновими лісами (на легких ґрунтах) та березово-осикові. Цей тип місцевості притаманний для зрілої стадії відвального комплексу. В Україні набули поширення в лісостеповій і лісовій зонах;

каменеломний бедлендс утворюється в місцях (англ. бед – дурний, ленд – земля), який виникає в місцях добування вапняка, піщаника, крейди та інших щільних корисних порід. Кам'янисті донно-кар'єрні урочища, круті обриви, останці, напівзруйновані відвали характеризуються безплідністю і незалежно від віку дуже бідною, зрідженою рослинністю. Каменеломний бедлендс відомий у всіх районах, де близько від поверхні залягає камінь, який використовують для будівництва та промислових цілей;

торф'яно-кар'єрний, розвинутий у місцях колишніх торф'яних розробок. Виділяється сильним перезволоженням, наявністю озер у низинах, присутністю болотного різнотрав'я та пригнічених у рості дерев і чагарників.

Мета фітомеліорації кар'єрів полягає у формуванні в місцях виймання ґрунту (піщані, глиняні та гравійні кар'єри) рослинного покриву.

Характерними особливостями кар'єрів є:

- “рани” ландшафту, що зумовлюють порушення родючості ґрунтів, знищують природні біотопи і часто є причиною негативних змін місцевого водного режиму;
- стихійні звалища, що часто виникають на місці кар'єрів призводять до забруднення ґрунтових вод;
- видування піску з опустошених територій;
- загальні ушкодження пейзажу місцевості .

У процесі фітомеліорації кар'єрів розрізняють (Х.Пойкер, 1987) два типи виймання: сухе і мокре.

Сухе виймання. Кар'єри із сухими вийманням формуються тоді, коли нижній горизонт не досягає рівня залягання ґрунтових вод і кар'єр не заповнюється водою. В окремих випадках під час сухого виймання, особливо якщо вона здійснюється без проекту, розкривається водоносний горизонт. Внаслідок такої дії дно кар'єра заболочується і ця деградація не піддається рекультивації. Однак такі місця можуть бути цінними як біотопи місцеіснування земноводних. Такими, наприклад, є невеличкі болотця і водойми кар'єрів на території природного ландшафтного парку "Знесіння" у Львові.

Віддаль між середнім рівнем ґрунтових вод і нижнім горизонтом розробки (дном кар'єру) має становити 1 м. Зрозуміло, що тут треба брати до уваги місцеві коливання рівня ґрунтових вод.

Після завершення розробки кар'єру проводять рекультиваційні роботи, які полягають у плануванні території. Для того щоб забезпечити швидкий відтік холодних мас повітря, які зосереджуються в нижній частині виїмки, дну кар'єру надають легкий нахил у бік долини. Породу добре спускають на глибину 50 см. На заключному етапі шарами насипають родючий ґрунт, частково змішуючи його з породою. Якщо підготовлена ділянка кар'єру більше 2 га, то її можна використати під сільськогосподарське виробництво, менші ділянки, як правило, заліснюються.

Фітомеліорація відвалів. Пошкодження ландшафту відвалами зумовлюють:

- порушення рівноваги у природі (попадання відходів в оточуюче середовище при вивітрюванні або змиві ґрунту, вплив на водний режим, погіршення якості ґрунтових вод, зміна повітряних потоків, ослаблення регенераційного потенціалу);

- порушення загального вигляду місцевості.

Для того, щоб забезпечити інтеграцію деградованого об'єкту в природний ландшафт, необхідно:

- вибрати правильно місце складування;
- забезпечити правильну експлуатацію відвалу;
- надати відвалу належної форми.
- здійснити озеленення

Умови щодо забезпечення збереження верхнього шару ґрунту такі:

- у всіх випадках формуванню відвалу має передувати зняття верхнього шару ґрунту.

- знімати слід не лише гумусовий, але і елювіальний горизонти, що пронизані корінням.

Роль формування відвалу полягає в тому, що воно:

- визначає форму (картину) пейзажу;
- сприяє успіху або невдачі заходів із озеленення;

- визначає можливості подальшого використання території;

Формування відвалу можна здійснювати шляхом насипання конуса або ж терасуванням.

Недоліки гостроконічного конуса з крутими схилами такі:

- необхідність значної диференціації рослинного матеріалу;
- висушування у верхній частині;
- схильність до ерозії;

Найсприятливіші для озеленення є терасування відвалів. Форма столу, особливо терасована столова гора, - важлива передумова влаштування відвалу. При цьому приділяють значну увагу крутизні схилів. Крутизну слід формувати краще 1:3 (33,3%) або ж допускати 1:1,5 (66,7%). Завжди виправданим є заокруглення підніжжя насипу.

Фітомеліорація відвалів може бути, як зазначено вище;

- екстенсивною (природне самозаростання);
- інтенсивною (штучне заростання);

Інтенсивність фітомеліоративного періоду залежить від походження відвалу:

- незасолені суглинки 2-4 роки;
- супіщані субстрати 8-10 років.

Природне заростання відвалів триває 15-20 років і завершується формуванням різнотравно-злакових складних фітоценозів.

Створення фітомеліоративних відвалів насаджень на відвалах можливе лише на певних категоріях ґрунтів і ґрунтосумішей, пухких, розкритих порід. Показником придатності міцезростань розрівнених відвалів є їх родючість і ступінь зволоження (Данько, Вербін, Жаромський, 1982).

За родючістю на відвалах розрізняють три класи ґрунтів:

- I клас – відносно багаті ґрунти;
- II клас – відносно бідні ґрунти;
- III клас – бідні ґрунти;

Ґрунти I класу лісопридатності – незволожені лесовидні суглинки, котрі в основному трапляються у Степу і Лісостепу.

Ґрунти II класу лісопридатності – гладконітові легкі суглинки, строкатобарвні супіски і глини неогену.

Бідні ґрунти III класу лісопридатності – староалювіальні і гладконітові піски.

За методикою В.М. Данько, А.Е. Вербіна, В.Я. Жаромського (1982), кожному типу умов зростання на відвалах присвоюється цифровий індекс (таб. 4.3). Римська цифра свідчить про клас лісопридатності, арабська – про ступінь зволоження (гігротоп).

Після створення лісового середовища і встановлення чітко вираженого лісорослинного ефекта, лісотипологічна оцінка заліснених місцезростань здійснюється за едафічною сіткою Алексєєва-Погребняка. Згідно з класами лісопридатності вирівняних відвалів підбирають відповідний асортимент порід (таб. 9-10).

Х. Пойкер (1987) виділяє чотири стадії розвитку рослинного покриву при фітомеліорації відвалів:

1. Початкову, коли відкриті ґрунти заселяють першими вищими рослинами, які ще не пов'язані конкуренцією.
2. Розвитку авангардних видів багаторічних і однорічних травних рослин.
3. Розвитку деревної та чагарникової рослинності.
4. Розвитку дерев, що є кінцевою фітомеліоративною стадією.

Слід зазначити, що процес появи рослинного покриву не обов'язково проходить усі стадії розвитку. Наприклад на бідних піщаних ґрунтах відсутня стадія утворення суМетаного трав'яного покриву. Оскільки його місце на ранній стадії розвитку займають авангардні види дерев і чагарників. У принципі при будь-якому процесі озеленення, як активної форми фітомеліорації необхідно пристосовуватись до цих стадій, стимулювати їх наступання і вкорочувати їх тривалість за допомогою відповідних заходів. Насадження формують за допомогою таких прийомів.

Таблиця 9

Класифікація лісопридатності розрівняних відвалів

Гігротоп	Класи родючості ґрунту		
	III	II	I
	Бідні	Відносно бідні	Відносно багаті
Сухі	III ₁	II ₁	I ₁
Свіжі	III ₂	II ₂	I ₂
Вологі	III ₃	II ₃	I ₃
Сирі	III ₄	II ₄	I ₄
Мокрі	III ₅	II ₅	I ₅

- авангардні види дерев і чагарників розташовують рівномірно групами або рядами (їх частка 25%);
- основні види дерев і чагарників розташовують групами не менше ніж по 10 саджанців одного виду.

Цікавий досвід фітомеліорації відвалів Криворіжжя, де вперше були зроблені дослідні посадки на східному відвалі Аннівського кар'єру, який утворився внаслідок видобутку залізної руди відкритим способом. В 1966-1970

рр. Тут були закладені дослідні ділянки з різними породами і різною підготовкою посадкових місць. Випробовували досить багатий асортимент: біла акація, лох вузьколистий, клени гостролистий і польовий, тополя чорна, липа дрібнолиста, дуб північний, сосна чорна та ін. Посадку проводили повесні і восени. Перший дослід. Врсени 1966 р. було посаджено сіянці білої акації на відкосах різної експозиції і на вершині відвалів без підготовки і з підготовкою ґрунту (нанесення 30-сантиметрового шару чорнозему). Природний рослинний покрив представлений споришем, солянкою чумною, дрібнолистиком канадським, сипучкою.

У варіанті без підготовки ґрунту, коли однорічні сіянці білої акації висаджували при несприятливих едафічних умовах (розмиви, багато каменю, щебеню, уламки залізних кварцидів, при переважанні четвертинних суглинків), приживання рослин, за даними 1967 р., становило 82,8%.

У однорічних посадках висота акації становила 58,3 см., а річний приріст близько 50 см. За даними обліку середня висота дерев на східному і західному схилах була на 20% більша ніж на південному, і на 35-40% - ніж на вершині відвалу. На обох сприятливих для розвитку рослин експозиціях висота акації досягала 4 м.

Асортимент деревних і чагарникових порід для заліснення відвалів

Таблиця 10

Породи	Типи умов місцезростання			
	Правобережний Лісостеп	Правобережний Степ	Південне Полісся	Донбас

Хвойні			II-III ₂₋₃	I, II-III ₁₋₃ I-II ₁₋₃
Сосна звичайна Сосна чорна Сосна кримська	I-II ₁₋₂ I1-2 I1-2 II ₂₋₃	I-II ₁₋₂ I1-2 I1-2	-	I-II ₁₋₃
Ялина звичайна	II ₂₋₃	I1-2	-	-
Ялівець віргінський			-	-
Модрина сибірська	I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃		-	I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃ I-
Листяні	I-II ₂₋₃ II ₂₋₃	I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃	II ₂₋₃ II-III ₁₋₃	II ₁₋₂
Біла акація Береза повисла	I-II ₂₋₃ I-II ₃₋₄ I-II ₁₋₅ I-II ₁₋₅			
В'яз перистогіллястий	I1-2	I-II ₂₋₃ I-II ₃₋₄ I-II ₁₋₅ I-II ₂₋₃		I2-3 I3-4
Дуб звичайний Дуб північний		I1-2	II ₃₋₄ II-III ₁₋₄	I1-5 I2-3 I1-2
Євроамериканські тополі	I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃ I-II ₃₋₄	I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃ I-	II-III ₁₋₅	I1-3 I1-2 I-II ₁₋₃
Верба біла Вільха сіра Вільха чорна Тополя чорна Ясен зелений	I1-3	I-II ₁₋₃	II ₁₋₃	
Чагарники Жовтаакаці	I-II ₁₋₃		II ₁₋₃	
Лох вузьколистий	I2-3			
Обліпіха	I-II ₁₋₂ I-II ₁₋₂ I-II ₁₋₃ I1-2			I1-2
Спірея калинолиста	I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₂	I1-2	II ₂₋₄	I2-3 I2-3 I1-3
Шипшина собача Верба козяча Листяні	I-II ₁₋₃ II ₁₋₃			I1-3 I1-2
Груша звичайна Граб звичайний Клен	I-II ₁₋₃ I-II ₁₋₃			
гостролистий Ліщина звичайна Липа дрібнолиста Липа широколиста Горобина звичайна Яблуня лісова		I1-2		I1-2 I1-2 I1-2
Чагарники Бірючина звичайна Вишня войлочна Бузина червона		I-II ₁₋₃ I1-3		I1-3 I1-3 I1-2 I1-3,
Жимолость татарська Калина звичайна Клен татарський Свидина Скумпія Смородина золотиста			I1-3 II ₂₋₃	

Вийняті з великої глибини териконів природи безплідні, слабо або зовсім не заростають природною рослинністю і, маючи високу температуру, при більшій потужності схилів до самозагоряння”.

Породні відвали вугільних шахт бувають такі:

- конічні (териконники);

- усічено-конічні (пересформовані териконники);
- хребтові;
- плоскі;

Терикони стали сьогодні невід’ємними елементами ландшафтів Донецького та Львівсько-Волинського вугільних басейнів, вони зумовлюють порушення рівно- ваги в природі, зокрема, попадання відходів в оточуюче середовище внаслідок вивітрювання і змиву, впливають на водний режим, погіршують якість ґрун- тових вод, змінюють повітряні потоки, ослаблюють регенеруючий потенціал ландшафту.

«Не можна також не згадати про технологію насипання відвалів, – пише Польський еколог Я.Грешта, – майбутнім поколінням не однаково, чи будуть відвали фабриками кисню і місцями відпочинку, а чи виробниками CO₂ і нещастям навколишніх мешканців. Застосований у даний час спосіб насипання шахтних відвалів не дає абсолютної впевненості, що відвал не буде навіть через багато років становити загрози загоряння, що може призвести до знищення зроблених попередньо насаджень».

На думку автора, при проведенні рекультивації можна брати до уваги, залежно від місцевих умов, три особливості:

відновлення ґрунту *технічним* способом, тобто покриття відвальної породи шаром здобуваного матеріалу з наступним змішуванням з породою;
 відновлення ґрунті *агротехнічними* засобами, з розведенням упродовж двох років бобових рослин, як сидератів;
заліснення (з використанням добрив і без них).

Попередження і усунення шкоди, яку наносять ландшафту терикони, є важливим і складним завданням, котре вирішують шляхом вибору місця та експлуатації відвалу, а також надання йому відповідної форми і створення зелених насаджень, тобто використання можливостей “вписування” антропогенного об’єкта в природний ландшафт.

Форма терикону не байдужа ландшафту: він або зливається з ним, або ж виглядає недоречно. «Як непридатну, – наголошує Х. Покер (1987), – варто відхилити попередню форму відвалу у вигляді гостроверхового конуса з високими і крутими схилами і значною диференціацією матеріалу, зсушуванням у верхній частині і великою схильністю до ерозії. Конусоподібні терикони навіть з піддатливим посадковим матеріалом вимагають значних витрат для облаштування”.

Меліоративні заходи хімічного, фізичного та біологічного характеру – це лише підготовка до фітомеліоративних заходів.

Х. Покер розвиток рослинного покриву на бідних ґрунтах териконів аналогічно попереднім відвальним породам поділяє на такі етапи:

1. Початкова стадія: мертва порода заселяється першими вищими рослинами, розвиток яких не обмежений конкуренцією.

2. Стадія розвитку авангардних видів багаторічних і однорічних трав'янистих рослин: залежно від місцевих видів певні види утворюють більш-менш суМетаний рослинний покрив, засвоюють і, напевно, покращують ґрунт.

3. Стадія розвитку авангардних видів дерево-чагарникової рослинності: невимогливі до кліматичних і ґрунтових умов види чагарників і дерев створюють необхідні передумови для подальшої стадії розвитку.

4. Кінцева стадія розвитку деревної рослинності: більш вибагливі породи дерев формують стійкі фітоценози.

Процес появи рослинного покриву не обов'язково проходить всі стадії розвитку. Наприклад, на бідних піщаних ґрунтах відсутня друга стадія _ створення суМетаного покриву трав'яних рослин, місце яких на ранній стадії займають авангардні види. При будь-якому процесі лісової фітомеліорації необхідно пристосуватися до цих стадій, скорочувати їх тривалість за допомогою відповідних заходів. Головне – підібрати рослини, яким притаманні наступні особливості:

відносно невисока вимогливість до ґрунтових умов: можливість задовольняти ріст навіть на слабкому субстраті;

швидкий ріст на початковій стадії розвитку надземних органів і розвитку кореневої системи;

стійкість до впливу високих і низьких температур, вітру;

поліпшення властивостей ґрунту за рахунок утворення гумусу або збагачення ґрунту азотом.

Існує кілька характерних авангардних видів, які зустрічаються повсюдно.

Наприклад, на териконах Львівсько-Волинського вугільного басейну трапляється береза, біла акація, сосна, клен ясенелистий, шипшина, яких ніхто не висаджував. Про деревні рослини, що спонтанно поселились на териконах Донбасу, повідомляють М.Л. Рева та А.І. Хархотя (1968). Це абрикос звичайний, акація біла, береза повисла, дереза, клен ясенелистий, лох вузьколистий, пузирник деревоподібний, тополя чорна, яблуня садова. Природне заростання териконів свідчить про їх фітопридатність.

Молоді рослини авангардних дерев і чагарників саджають за схемою розміщення від 2,5 x 2,5 до 0,75 x 0,75 м.

Чим складніші природні умови, тим щільнішою повинна бути посадка.

Поряд з впливом ґрунтових умов, варто брати до уваги і вплив вітру на високих відвалах. В якості авангардних можна використовувати будь-які види дерев і чагарників, які в цих умовах швидко зростають, створюючи необхідні передумови для росту основних видів.

Авангардне насадження в наступний період свого розвитку перетворюється в основне. Цей процес, за Х. Покером, забезпечується трьома вихідними формами:

1. Авангардні і основні види дерев і чагарників висаджені одночасно. Всі роботи з догляду націлюють на створення умов для повільноростучих цінних основних порід за рахунок авангардних, послідовно усуваючи останні в міру розвитку рослинності.

2. Через кілька років після посадки авангардних насаджень їх проріджують і висаджують більш цінні і вимогливі основні породи. До того часу авангардні породи мають досягти висоти 2,5-3 м, і в цьому випадку слід забезпечити наступне усунення авангардних видів дерев і чагарників.

3. Протягом тривалого періоду, коли енергія авангардного насадження зменшиться і розпочнеться природне зріджування, його перетворюють в основне. Основні види висаджують під зріджений намет авангардного лісу. Останній поступово вирубують.

Насадження формують і доглядають за ними при допомозі таких методів:

Авангардні види дерев і чагарників розташовують рівномірно групами або рядами.

Основні види дерев і чагарників розташовують групами не менше ніж по 10 саджанців одного виду. З цих груп може розвинутисть найбільша кількість рослин основного видового складу.

На території населених пунктів терикони озеленяють шляхом створення високо декоративних насаджень, для чого формують три зони (Ворозенець, 1986):

Перша зона озеленення розташована у підніжжя терикона і включає територію санітарно-захисної зони з ділянкою механічного захисту. Ця зона є зв'язковою ланкою між міською забудовою і породним відвалом, має, як правило, рівну поверхню. В озелененні і формуванні цієї території використовують найстійкіші види дерев і чагарників, створюючи регулярні і довільні композиції.

Друга зона озеленення (транзитна) – схили породного відвалу, включаючи тераси і тераски для посадки рослин.

Через цю зону проходять під'їзні шляхи, пішохідні дороги і стежки, які зв'язують з великою крутизною схилів і невеликою стійкістю породи. Основний стиль у декоративному оформленні цієї зони – ландшафтний.

Третя зона озеленення – територія плоскої ділянки на горі породного відвалу. Озеленюється в ландшафтному стилі, в рослинні композиції вводять малі архі- тектурні форми.

В озелененні терикона в основному використовують місцеві деревні і

чагарникові породи.

Користуючись засобами садово-паркової композиції, створюють масиви, смуги, групи, висаджують солітери.

Рекомендована література

1. Войтків П.С. Технології захисту та відновлення ґрунтів: методичний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2022. 104 с.
2. Цицюра Я.Г., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Пелех Л.В. Інноваційні підходи до фіторемедіації та фіторекультивації у сучасних системах землеробства. Монографія. Вінниця: ТОВ «Друк». 2022. 1200 с.
3. Управління земельними ресурсами : навч. посіб. / уклад. А.С. Попов; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2022. 214 с.
4. Управління земельними ресурсами та землекористуванням: базові засади теорії, інституціалізації, практики : монографія / за заг. ред. А. М. Третяка. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 227 с.
5. Панас Р.М. Екологія ґрунтів: навчальний посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2021. 481 с.
6. Войтків П. С. Технології захисту та відновлення ґрунтів : методичні вказівки для самостійної роботи студентів Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 50 с.
7. Моніторинг та охорона земель. Практикум : навчальний посібник / В. С. Мошинський, Т. В. Бухальська, А. Г. Ліщинський, Ж. В. Наконечна. Вид. 2- ге, перероб. та доповн. Рівне : НУВГП, 2019. 202 с.
8. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.
9. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості: навчальний посібник / Забалуєв В.О., Балаєв А.Д., Тараріко О.Г. та ін.; за ред. д-рів, проф. В.О. Забалуєва та В.В. Дегтярьова. Вид. 2-ге, змін. і допов. Х.ФОП Бровін, 2017. 348 с.
10. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця : ВНТУ, 2013. 253 с.