

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ.С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ**

Кафедра екології та захисту довкілля

Допускається до захисту

" _____ " _____ 2025 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент П.Р.Хірівський

наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(освітній-ступінь)

**на тему: „ Вплив діяльності центрально-збагачувальної
фабрики міста Шептицький на стан навколишнього
середовища та основні етапи рекультивациі порушених земель”**

Виконав студент групи Еко 52

Спеціальності 101 «Екологія»

Кучер Олег Ярославович

Керівник І.С.Тимчук _____

Консультант Л.М.Гордійчук _____

Дубляни 2025 року

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування

Факультет агротехнологій екології
 Кафедра екології
 Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
 Спеціальності 101 «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
 Завідувач кафедри_____
 к.б.н., доцент П.Р.Хірівський
 " ____ " _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студента
 Кучер Олегу Ярославовичу

1.Тема роботи: „Вплив діяльності центрально-збагачувальної фабрики міста Шептицький на стан навколишнього середовища та основні етапи рекультивації порушених земель ”

Керівник кваліфікаційної роботи Тимчук Іван Степанович, доктор технічних наук , доцент

Затверджені наказом по університету від “ ____ ” _____ 2025р.№ _____

2. Строк подання студентом дипломної роботи _10 грудня 2025 року

3.Вихідні дані для дипломної роботи

Літературні джерела по дипломній роботі,

Еколого-географічна характеристика району

Звіт про екологічний стан підприємства

4.Зміст дипломної роботи (перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Рекультивація порушених земель (огляд літератури)

2. Природно-історичні умови Шептицького гірничо-промислового району

3. Екологічний стан Шептицького гірничо-промислового регіону

4. Характеристика діяльності ЦЗФ міста Шептицький і її вплив на довкілля

4.1. Особливості виробничих процесів фабрики та їх екологічні наслідки

4.2. Геоекоекологічний стан територій, порушених діяльністю фабрики

4.3. Пропозиції з екологізації та оптимізації діяльності

5. Методика здійснення рекультиваційних заходів

6. Гірничотехнічний етап рекультивації породного відвалу

6.1 Рекультивація породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) міста Шептицький

6.2 Загальний обсяг рекультиваційних заходів

7. Біологічна рекультивація породного відвалу центральної збагачувальної фабрики міста Шептицький

7.1. Аналіз біоекологічних умов

7.2. Лісогосподарська рекультивація породного відвалу

7.3. Рекреаційна рекультивація породного відвалу

8. Охорона праці та захист населення

Висновки та рекомендації

Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) Схеми, рисунки, світлини

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4,5,6,7	Тимчук І.С. доцент кафедри екології та захисту довкілля		
8	Гордійчук Л.М. доцент кафедри інженерної механіки		

7. Дата видачі завдання 10 вересня 2024 р.

Календарний план

№п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання Вступу 1. Рекультивація порушених земель (огляд літератури) та 2. Природно-історичні умови Шептицького гірничо-промислового району	10.09.24-29.11.24	
2	Написання розділів 3. Екологічний стан Шептицького гірничо-промислового регіону, 4. Характеристика діяльності ЦЗФ міста Шептицький і її вплив на довкілля та 5. Методика здійснення рекультиваційних заходів	10.12.24-20.03.25	
3	Написання розділів 6. Гірничотехнічний етап рекультивації породного відвалу 7. Біологічна рекультивація породного відвалу центральної збагачувальної фабрики міста Шептицький та Охорона праці, формування висновків та списку наукової літератури	20.03.25-01.11.25	

Студент _____ Кучер О.Я.
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ І.С.Тимчук
(підпис)

УДК 502: 628. 5

Вплив діяльності центрально-збагачувальної фабрики міста Шептицький на стан навколишнього середовища та основні етапи рекультивації порушених земель. Кучер О.Я.. Кваліфікаційна робота магістра. Кафедра екології та захисту довкілля. Дубляни, ЛНУВМіБ ім.С.З.Гжицького. 2025.

63 с. текстової частини, 9 рис., 3 табл, 20 літ. джер.

Внаслідок добування вугілля і інших корисних копалин в Україні, і зокрема в Шептицькому, працюють збагачувальні фабрики, які наносять велику шкоду навколишньому середовищу.

В дипломному проекті розроблені заходи рекультивації породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики міста Шептицький. Проект рекультивації породного відвалу включає літературний огляд з питань рекультивації, опис природно - історичних умов Шептицького гірничо-промислового регіону, екологічний стан регіону та екологічну характеристику промислової діяльності Центральної збагачувальної фабрики міста Шептицький. Детально описана методика проведення рекультиваційних робіт, гірничотехнічна та біологічна рекультивація породного відвалу.

Рекультивація та озеленення породних відвалів Шептицького дозволить частково покращити екологічну ситуацію міста та сприяти покращенню здоров'я у населення.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ (ОГЛЯД ДІТЕРАТУРИ).....	9
1.1. Сучасний стан рекультиваційних процесів.....	9
1.2. Історичні та сучасні аспекти біологічної рекультивації порушених земель в Україні.....	11
1.3. Відновлення земельних ресурсів, порушених внаслідок діяльності вуглезбагачувальних та переробних підприємств.....	14
1.4. Методика та критерії оцінювання ефективності рекультиваційних заходів.....	15
2. ПРИРОДНО-ІСТОРИЧНІ УМОВИ ШЕПТИЦЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ.....	18
2.1. Кліматичні особливості району.....	18
2.2. Геоморфологічні та гідрологічні характеристики.....	19
2.3. Ґрунтовий та рослинний покрив.....	20
3. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ШЕПТИЦЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ.....	23
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ЦЗФ МІСТА ШЕПТИЦЬКИЙ І ЇЇ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.....	27
4.1. Особливості виробничих процесів фабрики та їх екологічні наслідки... ..	27
4.2. Геоекологічний стан територій, порушених діяльністю фабрики.....	28
4.3. Пропозиції з екологізації та оптимізації діяльності.....	29
5. МЕТОДИКА ЗДІЙСНЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ.....	31
6. ГІРНИЧОТЕХНІЧНИЙ ЕТАП РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ.....	43
6.1 Рекультивація породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) міста Шептицький.....	43
6.2 Загальний обсяг рекультиваційних заходів.....	48

7. БІОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ МІСТА ШЕПТИЦЬКИЙ.	49
7.1. Аналіз біоекологічних умов.....	49
7.2. Лісогосподарська рекультивація породного відвалу.....	50
7.3. Рекреаційна рекультивація породного відвалу.....	53
8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	55
8.1. Аналіз охорони праці у спецуправлінні по гасінню териконів та виконанні рекультиваційних робіт.....	55
8.2. Аналіз виробничого травматизму.....	56
8.3. Проблеми виробничої санітарії та умови її покращення.....	57
8.4. Протипожежна безпека.....	57
8.5. Заходи для покращення умов праці.....	57
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62

ВСТУП

У сучасних умовах інтенсивного розвитку промисловості зростає антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище. Одним із найзначніших наслідків промислової діяльності є деградація земельних ресурсів, що проявляється у порушенні природних ландшафтів, зміні гідрологічного режиму, руйнуванні ґрунтового покриву та знищенні рослинності. За оцінками екологів, щороку мільйони гектарів територій зазнають істотних трансформацій під впливом гірничо-добувної та збагачувальної промисловості, що призводить до порушення біогеоценотичних зв'язків і формування техногенних ландшафтів.

Особливої актуальності у цьому контексті набуває проблема рекультивації порушених земель — комплексу заходів, спрямованих на відновлення їх екологічних, господарських та естетичних функцій. Рекультивація включає гірничотехнічні, біологічні, лісогосподарські та рекреаційні методи впливу на деградовані території, які дають змогу забезпечити повернення цих земель до активного використання або стабілізацію екосистем.

Яскравим прикладом техногенного впливу на природне середовище є породний відвал Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ), розташований у межах Червоноградського гірничо-промислового району. Даний об'єкт, загальна площа якого становить 77,7 га, а висота — близько 60 метрів, є джерелом постійного забруднення атмосфери внаслідок вітрової ерозії, а також спричиняє міграцію шкідливих речовин у ґрунт і водні ресурси через поверхневий стік. Водночас він виконує функцію бар'єра, що порушує цілісність навколишнього ландшафту і обмежує екологічну стабільність регіону.

У зв'язку з цим виникає необхідність здійснення системного підходу до рекультивації зазначеної території із застосуванням методів лісогосподарської

та рекреаційної рекультивації. Запропонований підхід передбачає формування зелених насаджень на терасах відвалу шляхом створення спеціальних посадкових ям із внесенням родючих ґрунтів, а також облаштування рекреаційної смуги по периметру відвалу з метою підвищення екологічної та соціальної цінності території.

Актуальність дослідження. Актуальність теми зумовлена нагальною потребою у відновленні порушених екосистем у промислових регіонах України, зокрема у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну. Забезпечення екологічної безпеки, зменшення техногенного навантаження на довкілля та повернення порушених земель до господарського обігу є одними з пріоритетів сталого розвитку. Дослідження ефективних способів рекультивації породних відвалів, зокрема із застосуванням лісо- та рекреаційної складової, сприятиме покращенню екологічної ситуації у регіоні та відновленню природного балансу.

Мета роботи. Метою дипломного проєкту є розробка та обґрунтування комплексу заходів з лісогосподарської та рекреаційної рекультивації породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики з урахуванням специфіки техногенного субстрату, місцевих кліматичних умов та екологічних обмежень.

Практичне значення роботи. Практичне значення проєкту полягає у можливості використання запропонованих рішень для відновлення техногенно порушених земель у межах Шептицького гірничо-промислового району та в інших регіонах з подібними природно-техногенними умовами. Реалізація проєктних рішень сприятиме зменшенню негативного впливу породних відвалів на довкілля, покращенню санітарно-гігієнічного стану прилеглих територій, створенню умов для рекреаційного використання та підвищенню загальної екологічної стабільності регіону.

1. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ (ОГЛЯД ДІТЕРАТУРИ)

1.1. Сучасний стан рекультиваційних процесів

Інтенсивне зростання виробничої діяльності в умовах активного науково-технічного прогресу спричиняє підвищене навантаження на природні ресурси, що веде до значної трансформації та деградації природних ландшафтів, включаючи їх забруднення і, в окремих випадках, повну втрату екологічної цілісності [2, 6, 14].

Сучасні темпи та методи використання природних ресурсів, з одного боку, сприяють економічному зростанню та підвищенню рівня матеріального добробуту, а з іншого – зумовлюють втрату родючих земель і зниження здатності екосистем до самовідновлення. У зв'язку з цим, одним із першочергових завдань людства стає впровадження маловідходних технологій, що забезпечують мінімальний негативний вплив на довкілля. Необхідною складовою таких технологічних систем є рекультивація порушених земель, основною метою якої є відновлення продуктивності та господарської цінності територій із забезпеченням екологічної рівноваги [8, 9, 16].

На сьогоднішній день рекультивація має розглядатися як невід'ємна частина системи охорони навколишнього середовища, а також як засіб раціонального природокористування.

Історичні джерела засвідчують, що як окрема технологічна практика рекультивація почала формуватись у промислово розвинених державах. Зокрема, перші згадки про здійснення подібних заходів датуються 1766–1784 роками, коли в Німеччині розпочалась експлуатація Рейнського буровугільного басейну. У більшості інших країн з високим рівнем промислового розвитку системна реалізація рекультиваційних робіт бере свій початок з 1920-х років минулого століття, а найбільшого розмаху цей процес

набув у повоєнний період у Великій Британії, США, Чехії, Болгарії, Німеччині, Польщі та Угорщині [18, 24].

Ефективність проведення рекультиваційних заходів значною мірою залежить від державної політики, наявних ресурсів та правового регулювання. У Великій Британії активне використання відкритих способів розробки родовищ призвело до втрати значних площ сільськогосподарських земель (понад 80 тис. га), що становить близько 0,4% загальної площі країни. З 1974 року координуванням рекультиваційних заходів займається Національна вугільна рада. З метою фінансування таких робіт ще в 1951 році був створений спеціальний фонд. Через дефіцит вільних земельних ресурсів, пріоритетним напрямом рекультивації є повернення земель до сільськогосподарського використання.

У Німеччині потреба у відновленні земель після видобування бурого вугілля була закріплена низкою нормативно-правових актів (1950, 1954, 1964 роки), що зобов'язують підприємства здійснювати комплексну рекультивацію і формувати ландшафти, наближені до природних. Основними напрямками тут також є сільське та лісове господарство.

У США законодавче забезпечення рекультивації бере початок з 1939 року. Прийняті нормативні акти зобов'язують видобувні компанії здійснювати заходи щодо відновлення порушених територій, що сприяло активізації рекультиваційної діяльності з боку підприємств.

Австралія має позитивний досвід у цій сфері завдяки впровадженню у 1986 році довгострокової національної програми з метою відновлення лісових екосистем.

Франція у 1979–1980 роках запровадила обов'язковість здійснення експлуатаційної рекультивації на всіх розробках, що дало змогу значно покращити ситуацію з відновленням порушених територій.

У Чехії системне впровадження рекультивації стало можливим після прийняття відповідних законодавчих актів: «Про державну охорону природи» (1956 р.), «Про охорону сільськогосподарських угідь» (1959 р.), «Про охорону

лісів» (1960 р.). Аналогічний закон, що зобов'язує проводити рекультиваційні роботи у вугільній галузі, був ухвалений у Польщі в 1960 році.

У Російській Федерації роботи з рекультивації териконів розпочалися в 1950-х роках з ініціативи місцевих органів влади, однак масштаби цих заходів залишаються недостатніми порівняно із загальною площею порушених земель.

В Естонії активно реалізуються проєкти з відновлення територій після розробки гравійних, сланцевих і фосфоритних родовищ. У Грузії здійснюється рекультивація марганцевих кар'єрів з метою відновлення їх продуктивності.

В Україні значні площі порушених земель зосереджені у районах інтенсивного відкритого видобутку корисних копалин, зокрема в Криворізькому та Керченському залізрудних басейнах, Нікопольському марганцеворудному, Львівсько-Волинському вугільному і Прикарпатському сірконосному родовищах [8, 19].

За даними інвентаризації, загальна площа порушених земель в Україні становить понад 270 тис. га, з яких понад 120 тис. га вже було відновлено, а ще приблизно 130 тис. га потребують рекультивації [18]. Відповідно до постанови Ради Міністрів УРСР від 28 серпня 1964 року «Про заходи з упорядкування використання і рекультивації земель, наданих підприємствам, будовам, геологорозвідувальним організаціям», суб'єкти господарювання, яким передано земельні ділянки для промислових потреб, зобов'язані здійснювати заходи з відновлення використаних територій для подальшого їх застосування у сільському чи лісовому господарстві.

1.2. Історичні та сучасні аспекти біологічної рекультивації порушених земель в Україні

Проблема рекультивації порушених земель на території України розпочала систематичне наукове вивчення ще у середині XX століття. Перші спроби відновлення техногенно порушених територій були здійснені у 1948–

1951 роках на териконах Донбасу, де Інститут лісівництва Академії наук УРСР провів експериментальні заходи із озеленення. У ході цих досліджень було встановлено, що деякі деревні породи, зокрема клен ясенелистий (*Acer negundo*), тополя канадська (*Populus canadensis*), а також акація біла (*Robinia pseudoacacia*) та акація жовта, демонструють високий рівень приживлюваності у специфічних умовах териконів. Окрім того, експериментально підтверджено доцільність висіву як однорічних, так і багаторічних трав для формування ґрунтового покриття, стабілізації ґрунтів і зменшення ерозійних процесів.

Значна частина териконів у Донецькому вугільному басейні згодом була пристосована під різні форми антропогенного використання, зокрема під житлову та промислову забудову. Як приклад раціонального використання порушених земель можна навести спорудження житлових масивів на колишніх шахтних породних відвалах, організацію гаражних кооперативів, а також промислову забудову, пов'язану з реконструкцією гірничодобувних об'єктів.

Інший приклад ефективної біологічної рекультивації демонструє досвід Дніпропетровського буровугільного басейну, де перевагу надавали залісненню відвалів. Так, ще у 1959 році трест "Олександріввугілля" у співпраці з Олександрійським лісництвом ініціював створення лісових культур на площі 108 га на території Байдаківського вугільного розрізу. Для цих цілей було використано саджанці сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), дуба звичайного (*Quercus robur*), тополі та акації білої, що забезпечувало формування стійких лісових екосистем на техногенних землях.

У структурі об'єднання "Луганськвугілля" ще у 1975 році було створено спеціалізовані управління з охорони навколишнього природного середовища, які реалізували широкомасштабні заходи з рекультивації. Протягом 1976–1985 років було рекультивовано 220 гектарів порушених територій, а також ліквідовано 30 неексплуатованих відвалів, що значно знизило рівень техногенного навантаження на навколишнє середовище.

Значний внесок у розвиток наукової бази рекультивації зробили співробітники Львівської аграрної академії, які з 1968 року проводили ґрунтовні дослідження на території Прикарпатських сірчаних родовищ. Їхня робота сприяла формуванню адаптованих до регіональних умов методик відновлення ґрунтів і рослинності на забруднених та деградованих землях.

Інститут "Укрземпроект" здійснив всебічні дослідження щодо оцінки придатності техногенних порід для вирощування сільськогосподарських культур. Результати цих досліджень показали, що для відновлення агрономічної цінності ґрунтів на відвалах необхідно протягом 5–10 років проводити задерніння, посів бобових та злакових трав, а також вносити органічні та мінеральні добрива. Проведені польові експерименти дозволили визначити оптимальні параметри агротехнічних заходів: товщину шару родючого ґрунту, підбір сільськогосподарських культур із високою продуктивністю, а також оцінити ефективність добрив для підвищення родючості техногенних субстратів.

На сучасному етапі Україна має значний практичний досвід із реалізації заходів біологічної рекультивації, що дозволяє впроваджувати різні моделі сталого використання земель після завершення промислової діяльності. Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду свідчить про пріоритетність сільськогосподарського та лісогосподарського напрямів у процесі реабілітації порушених територій [7, 8, 16].

Таким чином, на основі наявного емпіричного матеріалу можна зробити висновок, що питання рекультивації порушених промисловою діяльністю земель набуває дедалі більшої актуальності як в Україні, так і за її межами. Водночас, вирощування сільськогосподарських і лісових культур на рекультивованих землях потребує подальших комплексних досліджень у межах усіх регіонів, де відбувається інтенсивне видобування корисних копалин і порушення природного середовища.

Зокрема, прикладом необхідності подібних заходів є територія Червонограда, де планується рекультивація породного відвалу Центральної

збагачувальної фабрики. Реалізація природоохоронних заходів дозволить значно знизити техногенний вплив на довкілля, зокрема запобігти подальшому забрудненню атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтового покриву. Відновлення рослинного шару на цих територіях сприятиме покращенню загальної екологічної ситуації в місті та на прилеглих до нього землях [1, 17, 19, 22].

1.3. Відновлення земельних ресурсів, порушених внаслідок діяльності вуглезбагачувальних та переробних підприємств

Зі зростанням потреб національної економіки в енергетичних ресурсах, зокрема у твердому паливі, спостерігається пропорційне, а подекуди і надмірне, збільшення обсягів техногенних відходів, що утворюються у процесі видобутку, транспортування та збагачення кам'яного вугілля. При цьому темпи накопичення відходів перевищують темпи зростання обсягів видобування, що зумовлено як моральним та фізичним зношенням технологічного обладнання, так і недосконалістю існуючих виробничих процесів. Унаслідок цього, до збагачувальних підприємств надходить сировина з високим вмістом породи, що потребує значного її вилучення під час переробки, утворюючи великі обсяги відходів.

Ці відходи, у вигляді твердих і рідких залишків (гірничі відвали, шлаконакопичувачі, хвостосховища), займають значні території, негативно впливаючи на компоненти довкілля, передусім ґрунтовий покрив, поверхневі та ґрунтові води. У більшості випадків порушення земельного покриву проявляється у вигляді формування специфічних антропогенних об'єктів – териконів, гідровідвалів, а також у вигляді токсичного забруднення природних середовищ, заболочення та зміни гідрологічного режиму.

Слід зазначити, що механізовані методи підземного видобування мінеральної сировини, хоча й дозволяють значно підвищити продуктивність праці, водночас сприяють зростанню кількості неефективно вилучених порід.

У порівнянні з ручною працею, механізація ускладнює процес селективного вилучення корисної копалини, внаслідок чого збільшується частка непридатного матеріалу, що підлягає складуванню.

Вирішення проблеми накопичення техногенних відходів можливе шляхом впровадження низки організаційно-технологічних рішень, зокрема:

- інженерне заповнення вироблених підземних виробок пустою породою;
- повторне залучення твердих компонентів з породи у виробничі цикли, шляхом їх вторинного використання або реалізації;
- інтеграція вторинних ресурсів у будівельну індустрію.

Однак, навіть при впровадженні зазначених заходів, проблема ренатуралізації порушених територій залишається актуальною. Зокрема, біологічна рекультивація відвалів можлива лише за умови нанесення на них родючого шару ґрунту, збагаченого гумусом. Тип ґрунтового покриву, який формується в процесі рекультивації, визначається спрямуванням подальшого використання земель, характером порушення та морфологією підстилаючих порід, і може бути одно-, дво- або трьохшаровим.

Попри існування різних підходів до реабілітації порушених земель, значна частина відвалів і досі є характерними елементами антропогенного ландшафту регіонів з розвиненою гірничою промисловістю. Очікувати суттєвих змін у цьому процесі у найближчій перспективі не доводиться, з огляду на сталість гірничо-промислової структури економіки та обмеженість ресурсів на екологічну модернізацію [1, 2, 7].

1.4. Методика та критерії оцінювання ефективності рекультиваційних заходів

Сучасна концепція рекультивації порушених промисловою діяльністю територій розглядається як багатокomпонентна система дій, спрямована на екологічне відновлення ландшафтів та повернення їм господарського

значення. Провідні наукові школи України та зарубіжжя трактують рекультивацію не лише як процес технічного відновлення ґрунтового покриву, а як інструмент формування нових антропогенно-природних систем – культурних ландшафтів, що інтегрують економічні, соціальні та екологічні функції.

Ключовою метою рекультиваційних робіт є реінтеграція використаних земель у систему національного господарства, з одночасним попередженням деградаційних процесів і збереженням природних ресурсів. У світовій практиці реалізуються різні напрямки рекультивації, зокрема:

- аграрне використання (сільськогосподарська рекультивація);
- лісогосподарське відновлення;
- гідротехнічне та водогосподарське освоєння;
- рекреаційна та оздоровча функція;
- профілактична (санітарно-гігієнічна) рекультивація;
- будівельне та інфраструктурне освоєння територій.

Під час вибору напрямку рекультивації необхідно враховувати природно-кліматичні умови регіону, тип порушень, історію попереднього використання земель, а також соціально-економічні умови. Рекультивовані площі мають гармонійно інтегруватися у навколишній ландшафт і забезпечувати збалансований розвиток території.

Ефективність рекультиваційних заходів оцінюється за комплексом критеріїв, зокрема:

- **біоекологічний аспект**, що передбачає зниження рівня екологічного ризику, відновлення біогеоценозів, підвищення естетичної і оздоровчої цінності ландшафтів;
- **гірничотехнічний критерій**, що забезпечує відповідність обраної технології відновлення сучасним стандартам з урахуванням мінімізації порушення природного рельєфу;

- **економічна доцільність**, яка вимірюється у термінах окупності інвестицій та обґрунтованості витрат;
- **соціально-правовий підхід**, який передбачає відповідність національному законодавству та стандартам екологічної безпеки.

Загальна вартість рекультиваційних робіт є значною і суттєво варіюється залежно від типу порушення, ступеня деградації земель, їх місцезнаходження, технологічного забезпечення підприємства та обраного методу відновлення. За результатами техніко-економічних розрахунків, середній термін окупності капіталовкладень у рекультивацію порушених територій коливається в межах від п'яти до десяти років [2, 16, 18].

Таким чином, системне вивчення типів порушень, форм деградації та ефективних методів їх відновлення дозволяє оптимізувати процеси планування та реалізації рекультиваційних заходів, зменшити антропогенний вплив на довкілля і підвищити загальну екологічну безпеку промислових регіонів.

2. ПРИРОДНО-ІСТОРИЧНІ УМОВИ ШЕПТИЦЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

2.1. Кліматичні особливості району

Шептицький гірничо-промисловий район, розташований у північній частині Львівської області, перебуває під впливом складної кліматичної системи, яка формується внаслідок взаємодії повітряних мас різного походження. Основними кліматоутворюючими чинниками є західні повітряні потоки з Атлантичного океану, арктичні маси з північного сходу Євразії, а також іноді — тропічні повітряні маси з континентальної частини Європи та Середземноморського регіону.

У зимово-весняний період на території регіону домінують вторгнення арктичного континентального повітря, що зумовлює стабільну морозну погоду, відсутність хмарності та пониження температурного режиму. Весною та влітку спостерігаються епізоди проникнення континентальних тропічних мас, які спричиняють підвищення температури повітря до найвищих річних показників. У холодний сезон (зима—осінь) нерідко фіксуються надходження морського арктичного повітря, яке спричиняє вологохолодну погоду. Середземноморські повітряні потоки обумовлюють відносно теплі погодні умови із формуванням туманів.

Температурний режим є одним із найважливіших кліматичних індикаторів. Середньомісячна температура у найхолодніший період — січні — становить близько -5°C , тоді як найтепліший місяць — липень — характеризується середньою температурою $+17,5^{\circ}\text{C}$. Середньорічна температура повітря в межах Шептицького району становить приблизно $6,8^{\circ}\text{C}$. Річна амплітуда температур коливається у межах $2,5^{\circ}\text{C}$, що свідчить про помірно континентальний тип клімату.

Весняні заморозки на поверхні ґрунту припиняються пізніше, ніж у повітрі, а осінні — починаються раніше. Найбільша глибина промерзання ґрунту фіксується в зимові місяці (січень–лютий) і досягає 45–90 см. Радіаційний баланс території позитивний, коливається в межах 30,9–42,7 ккал/см². Загальна кількість сонячної радіації протягом року становить від 72,7 до 90,9 ккал/см².

Відносна вологість повітря в регіоні є досить високою: у середньому вона становить 78%, взимку – досягає 87–95%, а влітку зменшується до 55%. Найвищий рівень вологості спостерігається в період з листопада по березень, тоді як найсухіші місяці – квітень, травень і червень. Річна сума атмосферних опадів є нерівномірною та в середньому досягає 720 мм, з максимумом у травні–серпні. Сніговий покрив формується у другій половині листопада, зникає зазвичай у другій половині березня. Максимальна висота снігу у лютому може досягати 30 см.

Режим вітрів зумовлений сезонною міграцією атмосферних баричних систем. Найвищі швидкості вітру спостерігаються в зимовий період (грудень–березень), а найнижчі — влітку (липень–вересень). Середньорічна швидкість вітру становить 4,3 м/с. У середньому 82% днів на рік мають вітрову активність, причому переважають вітри слабкої та помірної сили, здебільшого західного та південно-західного напрямків.

2.2. Геоморфологічні та гідрологічні характеристики

Шептицький гірничо-промисловий район є провідним вуглевидобувним осередком Західної України, розташованим у центральній частині Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Геологічна будова території представлена переважно відкладами нижнього і середнього карбону, які перекриті юрськими, крейдовими та четвертинними формаціями. Залягання гірських порід і вугільних пластів є пологим, із кутами падіння у межах 0–2°.

Переважний напрям падіння порід — з північного сходу на південний захід. У третинних відкладах зустрічаються пісковики, вапняки та гіпсові утворення.

Геоморфологічно територія вирізняється різноманітністю ландшафтних форм, що пояснюється як тектонічними процесами, так і діяльністю зовнішніх екзогенних чинників. Значну роль у формуванні сучасного рельєфу відіграють водні системи регіону — річки Західний Буг, Солокія та Рата. Їх ерозійна діяльність сприяє активному розвитку яружно-балкових і долинних форм рельєфу.

Густота річкової мережі в басейні Західного Бугу становить у середньому 0,35 км/км². Річний режим стоку характеризується нерівномірним розподілом, що залежить від кількості опадів, температурного режиму, геологічних умов та антропогенного впливу. Переважна частина річного стоку (60–70%) припадає на літньо-осінній період (травень–листопад), а решта — на зимово-весняний (грудень–квітень).

Живлення річок має переважно дощовий характер (до 50% від загального обсягу), інші складові — снігове (приблизно 37%) і підземне (близько 13%). Водний режим регіону включає три основні фази підняття рівня води: весняну повінь у березні–квітні внаслідок танення снігу; літні паводки (червень–серпень), що виникають внаслідок тривалих дощів; та зимові підняття рівня, спричинені відлигами.

Льодовий покрив на річках нестійкий, часто переривчастий. У теплі зими річки можуть залишатися без повного замерзання, що пояснюється нестабільністю термічного режиму та загальним потеплінням клімату.

2.3. Ґрунтовий та рослинний покрив

У межах Шептицького гірничо-промислового району поширені переважно дерново-підзолисті ґрунти, які відзначаються низькою природною родючістю, високим ступенем вилуженості та обмеженим вмістом поживних речовин. Ці ґрунти зазвичай формуються на піщаних і супіщаних відкладах

під покривом лісової рослинності, і через високу кислотність мають низький агрономічний потенціал.

Значні площі у межах Шептицького пасма займають сірі та світло-сірі опідзолені ґрунти, які сформувалися в умовах широколистяного лісу. У зв'язку з антропогенним впливом, значна частина цих територій нині трансформована під сільськогосподарські угіддя, насамперед – рілля. Такі ґрунти мають дещо вищу родючість у порівнянні з дерново-підзолистими, однак також потребують меліоративних заходів для покращення структури та живлення.

Окремі ділянки в регіоні представлені чорноземами, які мають обмежене поширення. Ці ґрунти виникли, як правило, в умовах степової або лучної рослинності, а також на терасах давніх річкових долин. Вони характеризуються високим вмістом гумусу, структурністю і вологоємністю, що зумовлює їх високу природну родючість та цінність для землеробства.

Формування сучасного рослинного покриву Шептицького регіону є наслідком складних палеогеографічних процесів, зокрема, дії льодовикових і післяльодовикових періодів. У біогеографічному аспекті флора регіону сформувалась під впливом міграцій рослинних видів з північних, північно-східних та атлантичних рівнинних районів. Унаслідок цього флористичне різноманіття включає як бореальні, так і неморальні елементи.

Основним типом рослинного покриву регіону є ліси. Лісові екосистеми представлені як широколистяними, так і мішаними формаціями. До переважаючих порід широколистяних лісів належать дуб звичайний (*Quercus robur*), бук лісовий (*Fagus sylvatica*) та граб звичайний (*Carpinus betulus*). Мішані ліси здебільшого мають грабово-дубовий склад. Значну частку лісових площ займають штучні або природно поновлені насадження сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), зокрема, в околицях міста Соснівка, назва якого відображає переважання цієї породи.

У підліску лісів зустрічаються різні види чагарникової рослинності, серед яких найбільш характерними є ліщина (*Corylus avellana*), вовче лико

(*Daphne mezereum*), калина (*Viburnum opulus*), а також рідкісні види – клокичка периста (*Staphylea pinnata*). Трав'яний ярус представлений видами, адаптованими до затінених умов: крем'яник гарний (*Lithospermum officinale*), апозерис смердючий (*Aposeris foetida*), зубниця бульбиста (*Dentaria bulbifera*), живокіст серцевинний (*Symphytum officinale*), вероніка (*Veronica spp.*) тощо.

У межах відкритих ділянок домінуючими формаціями є луки, зокрема заплавні. Вони поширені вздовж річок Західний Буг, Солокія, Рата. У прируслових зонах формуються справжні луки з переважанням злакових видів: костриця лучна (*Festuca pratensis*), вівсюнець лучний (*Helictotrichon pubescens*), стоколос безостий (*Bromus inermis*), тимофіївка лучна (*Phleum pratense*), лисохвіст лучний (*Alopecurus pratensis*) та тонконіг лучний (*Poa pratensis*). На віддалі від русла до травостою приєднуються елементи різнотрав'я: осот прибережний (*Cirsium rivulare*), підмаренник болотний (*Galium palustre*), зозулин цвіт (*Dactylorhiza spp.*), королиця звичайна (*Leucanthemum vulgare*).

Знижені ділянки рельєфу представлені осоковими угрупованнями, до яких належать осока струнка (*Carex gracilis*), осока пухирчаста (*Carex vesicaria*). На вищих ділянках центральної частини заплави та прируслової зони поширені дрібнозлаково-різнотрав'яні формації, де домінують пахуча трава, медова трава, подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata*), кип'ятки губаті (*Galeopsis tetrahit*) та інші.

Найнижчі, надмірно зволожені частини заплави зайняті болотистими луками. Їх флористичний склад характеризується переважанням гігрофітних видів, серед яких очерет звичайний (*Phragmites australis*), очеретянка звичайна (*Phalaris arundinacea*), лепешняки великий та плавучий (*Glyceria maxima*, *Glyceria fluitans*), а також осоки (зокрема, *Carex gracilis*, *Carex vesicaria*), комиш лісовий (*Scirpus sylvaticus*), хвощ річковий (*Equisetum fluviatile*) і болотний (*Equisetum palustre*).

Таким чином, ґрунтово-рослинний покрив Шептицького гірничо-промислового району є мозаїчним за своєю структурою і має як

високопродуктивні, так і деградовані компоненти, що потребують охорони, раціонального використання та відновлення.

3. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ШЕПТИЦЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ

Шептицький гірничо-промисловий район, що розташований у межах Львівської області, є ключовим вуглевидобувним осередком Західної України, а також одним із найбільш екологічно навантажених регіонів держави. Територіально він охоплює центральну частину Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Внаслідок високої концентрації промислових об'єктів на порівняно обмеженій площі (близько 180 км²), у регіоні сформувалося потужне техногенне навантаження, що суттєво вплинуло на стан довкілля.

На площі лише 30 км² функціонує сім вугільних шахт, а загальна кількість шахт у регіоні досягала дванадцяти. Для забезпечення діяльності вуглевидобувної галузі активно розвивалася будівельна інфраструктура — створювалися підприємства з виробництва будівельних матеріалів, здійснювався видобуток піску, глини, вапняку, прокладалися залізничні колії, автомобільні шляхи, споруджувалися шахтарські селища з центром у місті Шептицький.

Меліоративні заходи, проведені з метою оптимізації сільськогосподарського використання земель, з одного боку, дозволили збільшити площу орних земель та покращити їх дренаж, з іншого — призвели до пересушування ґрунтів та активізації вітрової ерозії, особливо на піщаних масивах.

Річний обсяг видобутку кам'яного вугілля в регіоні перевищує 12 млн тонн, що супроводжується виведенням на поверхню значних об'ємів супутньої породи (понад 100 млн м³), а також інтенсивним відкачуванням шахтних вод — близько 6,5 млн м³ на рік, або понад 200 млн м³ за період

функціонування шахт. Ці води характеризуються високим рівнем мінералізації (6–8 г/л) і містять близько 1 млн тонн розчинених солей, у тому числі токсичних сульфатів і важких металів. Шкідливі речовини також інтенсивно потрапляють у навколишнє середовище з териконів і породних відвалів під час атмосферних опадів і під впливом вітру.

Процеси освоєння території здійснювались без належного врахування екологічних вимог. Мінералізовані шахтні води скидались у поверхневі водні об'єкти, терикони розміщувались у знижених формах рельєфу, що призводило до забруднення річкової мережі, а також підземних і ґрунтових вод.

На сьогодні понад 14 тис. га території потребують рекультиваційних заходів. Внаслідок змін гідрологічного та геологічного середовища, викликаних нераціональним господарюванням, лише в межах Шептицького району зафіксовано деградацію земель на площі понад 700 га, включаючи орні землі, луки, пасовища, лісові ділянки, а також території житлової забудови. У ряді випадків спостерігається просідання земної поверхні до 2–3 метрів, а подекуди — й більше.

Основним чинником розвитку деструктивних процесів у геологічному середовищі є діяльність шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну. Гірничі виробки, розташовані на глибинах до 500 м, з часом викликають зсуви та осідання, що призводить до заболочування поверхні, порушення гідрологічного режиму і необхідності термінових відновлювальних заходів. Попри необхідність проведення рекультиваційних робіт ще на стадії проектування та будівництва шахт, ці заходи систематично ігнорувались. Єдина установа, відповідальна за боротьбу з наслідками техногенного впливу — Управління з гасіння териконів та рекультивації земель — сьогодні суттєво скоротила масштаби своєї діяльності і не має достатнього потенціалу для подолання екологічної кризи.

Станом на сьогодні зона осідання земної поверхні внаслідок гірничих робіт охоплює понад 62 км², що спричинило значні матеріальні збитки:

руйнування інженерної інфраструктури, пошкодження будівель, затоплення приватних домогосподарств, виникнення провалів і зсувів.

Найвищий рівень техногенного навантаження (близько 80%) зосереджений у межах Рати та Західного Бугу — території з високою щільністю населення. Тут, на площі всього 30 км², функціонують сім вугільних шахт, головний відстійник шахтних вод та Шептицька центральна збагачувальна фабрика (ЦЗФ). У результаті функціонування цих об'єктів виникли великі відвали збагачувальних відходів і шламонакопичувачі, що погіршило екологічний стан регіону. Ситуація ускладнюється тим, що відходи вуглезбагачення активно використовувались для облаштування садово-городніх ділянок, будівельних платформ, доріг, а також дамб, що сприяє міграції токсичних речовин у ґрунти та води.

Атмосферне повітря в районі зазнає значного забруднення. Основні джерела викидів — це породні відвали (особливо ті, що самозаймаються), зварювальні майданчики, вентиляційні стволи шахт, відкриті технологічні процеси на ЦЗФ, а також важка техніка, задіяна у переміщенні порід. За даними підприємства «Укрзахідвугілля», обсяги викидів твердих і газоподібних речовин зі стаціонарних джерел щороку становлять десятки тисяч тонн, хоча в останні роки спостерігається певна тенденція до зменшення викидів.

У структурі забруднюючих речовин переважають сірчистий ангідрид (SO₂) — 71,5%, оксиди вуглецю (CO₂, CO) — 21,9%, пил та сажа — 11%, оксиди азоту — 6,6%. Результати досліджень Львівської обласної санітарно-епідеміологічної станції (СЕС) та Шептицької райСЕС свідчать про систематичне перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі поблизу ЦЗФ і шахт №1-ШГ, №2-ШГ, №3-ВМ та №9-ВМ. Наприклад, концентрація пилу перевищувала ГДК у 1,1–2,96 рази, сажі — у 1,06–1,13 рази, діоксиду азоту — у 1,02–1,53 рази, а діоксиду сірки — у 1,46–2,2 рази.

Аналіз забруднення ґрунтів свідчить про перевищення вмісту таких токсичних елементів, як Co, As, Pb, Be, що належать до I та II класів небезпеки.

Найвищі концентрації фіксуються на площах 115, 102, 72 та 63 км² відповідно. Поруч із териконами реєструються найвищі концентрації Co, Ni, Mo, V, Ba, Pb. Аномалії за As, Zn, Ca, Hg, P, Sb простежуються на відстані 1–3 км від джерел забруднення.

Значне антропогенне навантаження припадає також на поверхневі та підземні води. Основними джерелами їхнього забруднення є терикони, накопичувачі шахтних вод, хвостосховища та відвали ЦЗФ. У результаті цього у водоносних горизонтах зафіксовано наявність фенолів, нафтопродуктів, токсичних та потенційно токсичних елементів.

Таким чином, вуглевидобувна та збагачувальна діяльність у Шептицькому промисловому регіоні є основним фактором деградації екологічного середовища. Наслідки такого впливу, особливо у районах із високою щільністю населення, безпосередньо корелюють із погіршенням стану здоров'я місцевих жителів. Встановлено, що серед дітей у населених пунктах Соснівка, Шептицький та Сокаль зростає частота діагностування гіпоплазії та флюорозу зубів, що пов'язано з екологічними умовами проживання.

Запровадження систематичних заходів із рекультивації, консервації териконів та озеленення територій може частково стабілізувати ситуацію та уповільнити поширення негативного впливу на здоров'я населення.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ЦЗФ МІСТА ШЕПТИЦЬКИЙ І ЇЇ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

4.1. Особливості виробничих процесів фабрики та їх екологічні наслідки

Вуглезбагачувальні підприємства, до яких відноситься і цех збагачення фабрики (ЦЗФ) міста Шептицький, належать до категорії об'єктів, що мають значний шкідливий вплив на навколишнє середовище. Переважною характеристикою таких підприємств є висока інтенсивність шуму та вібрацій, що супроводжують роботу великої кількості гірничо-збагачувального обладнання.

Основними забруднювачами атмосфери є частинки вугільного та породного пилу, діоксид сірки, оксиди вуглецю та азоту, які надходять у повітря через викиди технологічних процесів. Крім цього, спостерігається забруднення ґрунтових вод і поверхні земель за рахунок важких металів та токсичних сполук, що потрапляють із фільтраційними стоками хвостосховищ і дощовими потоками з породного відвалу.

Технологічна схема фабрики включає такі основні етапи:

- ✓ **Підготовка машинних класів крупного та дрібного вугілля** – розвантаження сирцевого матеріалу, подрібнення, сортування, накопичення у бункерах дозування і подача на конвеєри;
- ✓ **Власне збагачення** – флотаційне й гравітаційне розділення;
- ✓ **Очищення та рециркуляція шламових вод;**
- ✓ **Сушка дрібного концентрату**, в результаті якої вміст вологи зменшується для забезпечення транспортування й подальшого використання.

Допоміжні процеси включають прийом і тимчасове зберігання сирцевого вугілля, комплексне складування готового концентрату для відправки споживачам, а також накопичення відходів (дрібних і великих) у спеціальних спорудах — хвостосховищах і породних отвалах. На території фабрики розташовано 32 джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу, з яких 30 — організовані, а 2 — неорганізовані.

4.2. Геоекологічний стан територій, порушених діяльністю фабрики

На прилеглій території фабрики значний вплив мають інфраструктурні елементи для накопичення відходів вуглезбагачення:

- ✓ **Діюче хвостосховище** для затримання шламових вод після обробки, що включає флотаційну й гравітаційну стадії;
- ✓ **Породний відвал**, на який транспортована відсортована порода;
- ✓ **Відпрацьоване хвостосховище**, щільно заповнене шламом, що вже не піддається подальшому скиданню.

Крім вищезгаданого, фабрика використовує став-накопичувач шахтних вод як джерело технічного водопостачання. Усі названі об'єкти знаходяться в межах нижньої течії ріки Рата, притоки Західного Бугу.

Породний відвал, споруджений відповідно до проекту інституту "Південьніпрошахт" (м. Харків), введений в експлуатацію в 1979 році з початковою площею 60 га та місткістю близько 45 млн тонн. У 1994 році розроблено проект його розширення до площі 77,7 га з обсягом накопичення 58 млн тонн (31,3 млн м³). Запропонована технологія передбачала створення ярусів заввишки до 0,5 м з ущільненням кожного шару катками, спорудженням дамб висотою до 10 м для запобігання поверхневому стоку й поширенню забруднених вод. Після завершення будівництва передбачалося проведення рекультиваційних заходів на схилах та ділянках відвалу, а також пристрій гідроізоляційного екрану товщиною 0,5 м із суглинку для захисту підземних вод.

Однак на момент актуального аналізу рекультивація не проводилась, що призводить до підвищеного ризику потрапляння токсичних компонентів у ґрунтово-гідрологічну систему. Забруднені дощові стоки частково перехоплюються з відкосів та направляються у став-накопичувач технічних вод, а потім знову використовуються у виробничому циклі фабрики.

Хвостосховища. Існує два основних:

- ✓ **Хвостосховище № 1** (експлуатувалося з 1980 до 1989 рр.) — містить близько 5,1 млн тонн вологого мулу, з яких лише ~0,2 млн тонн утилізовано (спалені місцевими цегельниками та на Бурштинській ТЕС);
- ✓ **Хвостосховище № 2** (введене у 1989 р., площа — 33,8 га; об'єм — близько 4,2 млн м³) розташоване на березі Західного Бугу. Його дамби періодично підпираються паводковими водами. Для попередження фільтрації застосовано поліетиленову плівку, але на практиці вона не забезпечує повного водонепроникання — спостерігається фільтраційний потік. Фабрична маркшейдерська служба проводить щоденні візуальні перевірки та періодичні інструментальні виміри рівня ґрунтових вод; на основі вимірів будуються депресійні криві.

За нужною логістикою, діюча частина № 2 хвостосховища продовжує накопичувати шлам із об'ємом близько 3,5 млн м³. Водоочиствальні станції зібрані пристрої для відбору осілих фракцій, які надходять назад на фабрику для технічного водопостачання. Аналізи хвостових проб українських та зарубіжних лабораторій (KREVS, Tabanyaı Szenbanyak) підтвердили, що «пусті» відходи містять значний вміст енергоцінного вугілля з калорійністю близько 4500 ккал/кг — що відкриває можливості для вторинного вилучення й мінімізації екологічного навантаження шляхом ліквідації шламових озер та відпрацьованих сховищ.

4.3. Пропозиції з екологізації та оптимізації діяльності

- ✓ **Стратегічна рекультивация** — розробити і впровадити етапну рекультивацию відкосів породного відвалу з посівом фітоценозу, застосуванням мульчі та стабілізації ґрунтів.
- ✓ **Гідроізоляційний екран** — провести докладний інженерний аудит поточного стану, відновити або посилити гідроізоляцію для запобігання інфільтрації до підземних горизонтів.
- ✓ **Моніторинг** — активізувати щоденні та інструментальні спостереження за фільтраційними течіями й концентраціями важких металів та токсинів у воді.
- ✓ **Утилізація шламів** — налагодити процес вилучення висококалорійного вугілля зі шламів із подальшим постачанням до енерго- або промислових споживачів.
- ✓ **Зменшення пилових викидів** — застосувати модернізацію систем аспірації й імплементацію герметичних конвеєрів, спорудити бар'єри або шлюзи із зрошенням поверхонь для зменшення турбулентності атмосферного пилу.
- ✓ **Зниження рівня шуму та вібрацій** — встановити шумопоглинаючі панелі і вібродемпфери на основне обладнання.

Реалізація комплексних заходів дозволить значно знизити екологічний вплив фабрики, оптимізувати виробничу безпеку та забезпечити сталий розвиток інфраструктури з урахуванням принципів екологічної ефективності.

5. МЕТОДИКА ЗДІЙСНЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ

Рекультивация порушених земельних ділянок являє собою сукупність інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на відновлення продуктивного потенціалу територій, які зазнали антропогенного впливу, а також на забезпечення їх подальшого функціонального використання. Основна мета рекультиваційних робіт полягає у відновленні господарської цінності земель, попередженні деградаційних змін у природно-територіальних комплексах, формуванні більш ефективно організованих та екологічно стабільних елементів культурного ландшафту, а також у поліпшенні стану довкілля.

Реалізація рекультиваційного процесу передбачає послідовне виконання окремих етапів. На основі узагальнення практичного досвіду впровадження рекультиваційних технологій доцільно виділяти три основні етапи: підготовчий, гірничотехнічний і біологічний.

Підготовчий етап охоплює комплекс робіт із проведення детального обстеження деградованих земель, класифікації порушених територій за технологічними ознаками, аналізу геолого-структурних характеристик та складу гірських порід. На цьому етапі виконується техніко-економічне обґрунтування доцільності та ефективності рекультиваційних заходів, формується календарний план робіт, а також розробляється проектна документація щодо відновлення порушених територій (див. рис. 1).

У процесі підготовки проекту здійснюється ґрунтовне дослідження об'єкта, визначаються його ключові характеристики, проводяться необхідні

інженерні та економічні розрахунки. Враховуючи морфологічні особливості території, властивості ґрунтів і наявних порід, обґрунтовується доцільний напрям рекультивації (сільськогосподарський, лісгосподарський, рекреаційний, водогосподарський), а також встановлюється цільове функціональне призначення земель після завершення відновлювальних робіт.

Завершення підготовчого етапу передбачає розроблення повного проекту рекультивації, який включає визначення цільового напрямку рекультивації, загальну організаційну схему виконання робіт, параметри механізації, кошторис витрат та порядок фінансування проекту.



Рис. 1. Підготовчий етап рекультивації.

Гірничотехнічний етап рекультивації земельних ресурсів охоплює широкий спектр комплексних заходів, спрямованих на підготовку територій, що були звільнені внаслідок промислової діяльності, до подальшого цільового використання в різних сферах народного господарства. Цей етап рекультивації є найбільш ресурсомістким і тривалим за часом, що обумовлює його ключову

роль у забезпеченні ефективності подальших біологічних процесів відновлення екосистеми пошкодженої ділянки.

Проведення гірничотехнічних робіт на порушених поверхнях має особливі вимоги щодо забезпечення безпеки, оскільки ці заходи здійснюються у безпосередній близькості до промислових об'єктів, житлових будівель, а також інженерних мереж, таких як лінії електропередач, водопровідні і каналізаційні системи. Згідно з основними нормативами у сфері відновлення земельних ресурсів, підприємства та організації, які здійснюють розробку родовищ корисних копалин або виконують будівельні роботи, що призводять до механічного пошкодження, забруднення чи підтоплення ґрунтового покриву, зобов'язані здійснювати зняття і транспортування родючого шару ґрунту до спеціально відведених для тимчасового зберігання місць.

Початковим кроком гірничотехнічної рекультивації є ретельне зняття родючого шару ґрунту на всій площі, яка була відведена під розміщення промислових об'єктів (див. рис.2). При цьому основними критеріями, що визначають доцільність та технологію зняття родючого шару, є такі умови:

- ✓ вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту має становити не менше 2 %, що забезпечує необхідний потенціал для подальшого відновлення рослинного покриву;
- ✓ знімається шар не повинен мати суглинкового або глинистого гранулометричного складу, оскільки такі типи ґрунтів мають низьку аерацію і складніше піддаються відновленню;
- ✓ знятий шар не повинен містити токсичних чи шкідливих для рослин солей, які можуть негативно впливати на біологічні процеси в екосистемі;
- ✓ у випадках, коли ділянки мають заболочений характер, зняття родючого шару можливе лише після проведення додаткових заходів із осушення території.

Технологічний процес проведення робіт на гірничотехнічному етапі рекультивації значною мірою залежить від обраного способу формування

відвалів. Відвали, які виступають як специфічні структурні елементи сучасного рельєфу промислових територій, фактично формують нову частину ландшафту, що отримав визначення як техногенний рельєф. Такий рельєф потребує врахування не лише геоморфологічних особливостей, а й екологічних факторів для забезпечення стійкості і тривалого функціонування відновленої території.



Рис. 2. Гірничотехнічний етап рекультивації.

Необхідність створення великоплощинних відвалів правильної геометричної форми обумовлена сучасними методами сільськогосподарського та лісгосподарського виробництва, які передбачають подальше освоєння значних земельних масивів для їх використання під сівбу та посадку культурних рослин. Рациональне формування таких відвалів сприяє збільшенню площ, придатних для сільськогосподарського освоєння, що є актуальним завданням у контексті підвищення продуктивності земельних ресурсів.

У процесі проведення гірничих робіт, що мають найбільш істотний вплив на порушення ґрунтового та рослинного покривів, переважно застосовується валовий спосіб складування відвалів. Цей метод характеризується формуванням відвалів із хаотично змішаних гірських порід, які мають різні фізико-хімічні характеристики. Внаслідок цього на поверхні

утворених відвалів, як правило, виявляються токсичні або малопридатні для рослинності породи, тоді як родючі або потенційно родючі ґрунти концентруються в нижніх шарах відвалу. Така структура істотно ускладнює подальші заходи з рекультивації порушених земельних ділянок.

Валовий спосіб формування відвалів вважається недостатньо ефективним для виконання завдань рекультивації, оскільки потребує селективного підходу до розміщення матеріалу із різними агрохімічними характеристиками. Сучасна технологія гірничих робіт передбачає раціональне формування відвалів із ціллю максимального покриття їх поверхні потенційно родючими або родючими ґрунтами, що є найсприятливішими для подальшого відновлення ґрунтово-рослинного комплексу. Такий підхід суттєво підвищує ефективність природоохоронних заходів і сприяє стабілізації екосистем.

Відвали гірничих порід відрізняються за походженням, формою, структурними характеристиками, а також фізико-хімічними властивостями ґрунтів і порід, які їх формують. Ці різноманітні характеристики безпосередньо впливають на закономірності формування ґрунтового і рослинного покривів на відвалах, а також визначають вибір напрямку рекультивації та цільового функціонального призначення земельних ділянок. Тому підготовка поверхні порушених територій до рекультиваційних заходів повинна проводитися із врахуванням цих особливостей.

Планування поверхні відвалів є ключовим етапом підготовчих робіт на територіях, де гірничі роботи завершені. Вибір типу планування (суцільне, часткове або терасне) залежить від обраного напрямку рекультивації та подальшого способу господарського освоєння земель. Зокрема, при проектуванні терасного планування відвалів передбачається створення терас з метою їх подальшого заліснення. Тераси мають бути висотою 8–10 метрів, з шириною горизонтальної площадки від 4 до 10 метрів, а кут нахилу відвалу – у межах 10–20°. Для запобігання ерозійним процесам тераси необхідно оснащувати поперечним нахилом 1,5–2° у бік вищої тераси. Схематичне зображення нарізки терас на породному відвалі представлено на рис. 3.

Для підвищення стійкості відкосів відвалів до розмиву, зсувів і вітрової ерозії, а також для запобігання деформаційних процесів у майбутньому, передбачаються роботи із терасування та вирівнювання поверхні відкосів. Обсяг і складність цих робіт залежать від кута природного нахилу відкосів, висоти та периметра відвалу, кількості ярусів і способу виконання робіт.

Важливо, що операції з вирівнювання і терасування слід здійснювати безпосередньо під час формування відвалів, зокрема, після укладання порід у перший ярус необхідно оперативно виконувати вирівнювання відкосів згідно з проектною документацією.

Аналіз існуючих технологій рекультивації порушених земель показує, що кількісні втрати родючого і потенційно родючого ґрунтового шару значною мірою залежать від якості знімання ґрунту, методів його транспортування, умов зберігання та правильного повторного розміщення на сформованих відвалах. Рівень втрат визначається також досконалістю технологічних процесів розробки і рекультивації, впливом кліматичних умов та строками виконання робіт. Крім того, механічні втрати суттєво залежать від геолого-географічних умов розміщення ґрунтового шару, його потужності, однорідності залягання, а також агрохімічних і фізичних характеристик.

Поряд із механічними втратами, у процесі рекультиваційних робіт спостерігається також якісне погіршення родючого шару через збіднення його агрохімічних, структурних та мікробіологічних властивостей, що відбувається під час переміщення ґрунту і тривалого зберігання, що негативно впливає на його подальшу продуктивність.

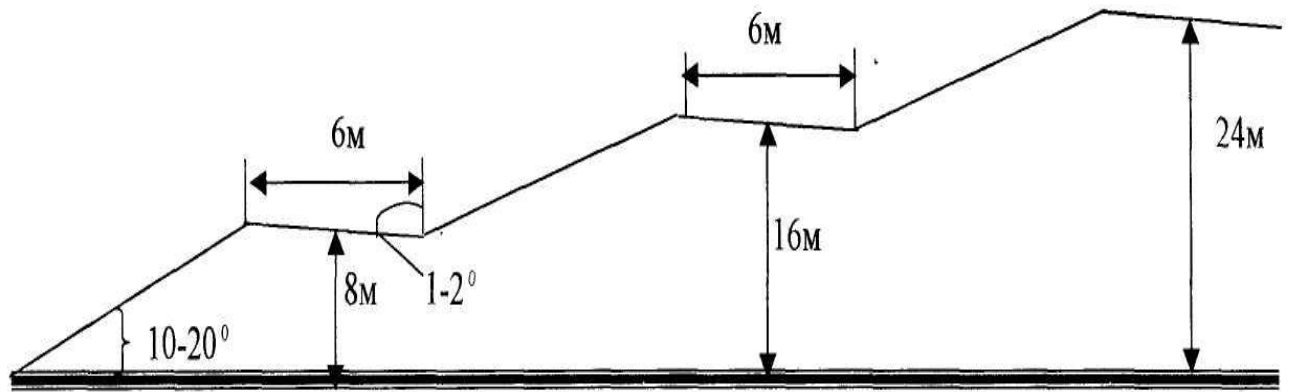


Рис. 3. Схема нарізки терас на відвалі.

Якість та обсяг втрат родючого шару ґрунту значною мірою залежать від комплексного впливу кількох факторів, серед яких ключове значення мають технологічна досконалість і своєчасність проведення рекультиваційних робіт. Важливими параметрами також є потужність та однорідність залягання родючого шару ґрунту, а також його агрохімічні, структурні і мікробіологічні характеристики, які визначають придатність ґрунту до біологічної рекультивації. Крім того, на якість відновлення ґрунтового покриву істотно впливають метеорологічні умови регіону, такі як температура, опади, вологість та інші кліматичні фактори.

Для кількісного визначення втрат, збіднення і біологічного погіршення якості родючих ґрунтів застосовують низку показників, які слугують важливими критеріями при економічній оцінці збитків, що виникають внаслідок порушень земель внаслідок промислової діяльності. Ці показники є основою для розробки ефективних кошторисів і планів фінансування заходів з рекультивації.

Біологічний етап рекультивації виступає завершальною фазою процесу відновлення порушених земель, в ході якої мінімізується, а з подальшим укріпленням рослинного покриву й повністю ліквідується негативний вплив гірничих відвалів на навколишнє середовище. На цій стадії здійснюються комплексні заходи з повного відновлення родючості ґрунту та продуктивності земель, а також формування сталого ґрунтового і рослинного покриву.

Завершальний біологічний етап також є підготовчим етапом для подальшого рекреаційного або лісогосподарського використання територій. Вибір напрямків і методів біологічної рекультивації залежить від географічного положення району, його кліматичних умов, едафічних характеристик, а також господарсько-економічних і інших локальних особливостей. Проте основоположні технологічні принципи біологічної рекультивації мають універсальний характер і можуть бути адаптовані до різних країн і регіонів.

Придатність порушених земель для певного виду рекультивації в значній мірі визначається глибиною залягання ґрунтових вод. З урахуванням гідрологічних особливостей територію поділяють на три основні категорії: ділянки з глибоким заляганням ґрунтових вод (понад 10 м), з оптимальним рівнем залягання (від 10 до 2 м) і з підвищеним рівнем, що спричинює перезволоження (вище 2 м).

Враховуючи дефіцит вологи на відвалах, а також явища здування та швидкого танення снігового покриву, особливу увагу слід приділяти заходам зі снігозатримання та збереження вологи в ґрунті. Для покращення родючості насипних ґрунтів і збільшення їх органічної складової у перші 2–3 роки рекомендовано використовувати ґрунтопокращуючі багаторічні трави, зокрема бобові культури, такі як люцерна, люпин, донник, а також злаково-бобові травосуміші з домінуванням бобових видів (наприклад, жовта і посівна люцерна, рогатий і рожевий лядвінець).

На землях, що підлягають рекультивації, норми висіву насіння суттєво відрізняються від звичних для даної зони і потребують збільшення у середньому на 20–30 %. Підбір деревних і чагарникових видів для лісових насаджень здійснюється з урахуванням типу та однорідності ділянок, які класифікуються на основі гірничо-геологічних особливостей порід і гідрологічного режиму.

Основним фактором, що обмежує успішність біологічної рекультивації відвалів, є показники ґрунтового середовища, такі як кислотність, механічний

склад і вміст поживних речовин. На базі накопиченого досвіду розроблено узагальнену схему класифікації придатності гірничих порід до біологічної рекультивації, що враховує всі зазначені параметри (див. рис. 4).

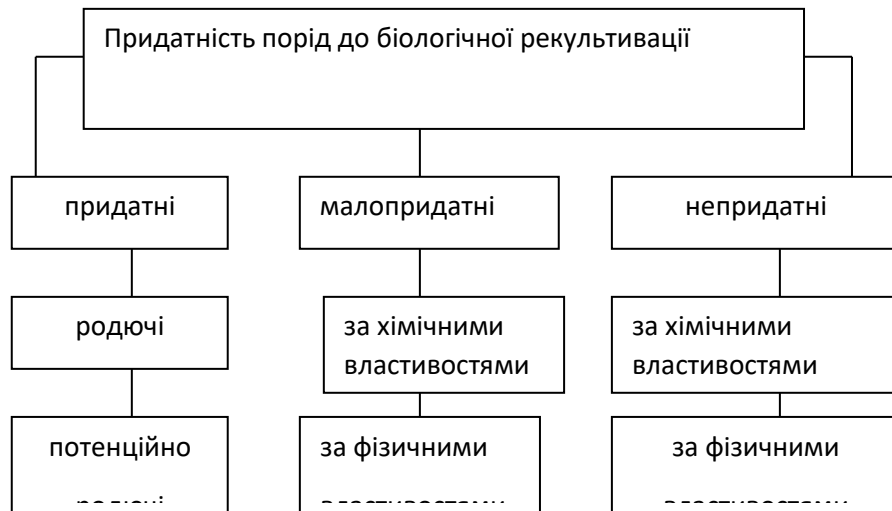


Рис. 4. Придатність порід до біологічної рекультивації.

Для покращення природних умов та формування рослинного покриву на відвалах віддають перевагу рослинам із такими властивостями: помірною вимогливістю до ґрунтових характеристик, інтенсивним ростом на початкових етапах розвитку наземних частин, швидким формуванням кореневої системи, високою стійкістю до вітрових навантажень і температурних коливань, а також здатністю покращувати і збагачувати властивості ґрунту (рис. 5). Відновлення лісових насаджень на відвалах є комплексним процесом, який, за даними практики, вимагає внесення коректив у традиційні технології проведення лісокультурних заходів. Оскільки лісові насадження на відвалах виконують важливі меліоративні, ґрунтозахисні та оздоровчі функції, необхідно вести систематичний облік лісових культур на цих ділянках. Крім того, доцільним є планування щорічного поповнення лісових культур на відвалах у розмірі до 50 % від загальної кількості посадкових місць протягом певного періоду.

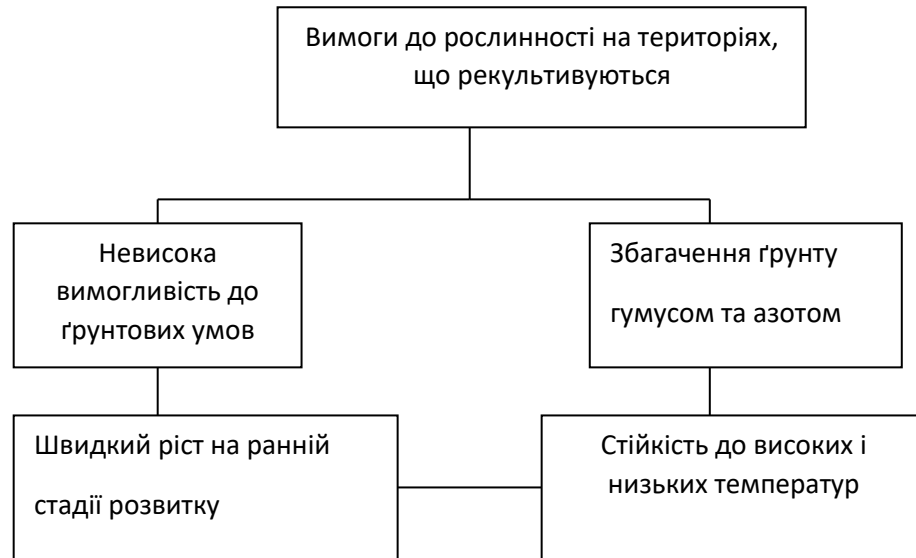


Рис. 5. Вимоги до рослинності на територіях, що рекультивуються.

За результатами численних досліджень, проведених різними науковими колективами, обґрунтовано доцільність використання на відвалах шахтових порід деревних рослин — переважно піонерних видів, що характеризуються невибагливістю до ґрунтово-кліматичних умов. До таких видів належать акація біла (*Robinia pseudoacacia*), клен ясенелистий (*Acer negundo*), тополя чорна (*Populus nigra*), береза бородавчаста (*Betula pendula*), модрина (*Larix decidua*) та верба довголиста (*Salix alba*). Вказані породи ефективно сприяють стабілізації ґрунтів, відновленню природного ландшафту та покращенню екологічного стану порушених територій.

Особливості виконання окремих етапів рекультивації визначаються типом обраного напрямку або виду рекультивації, кожен з яких передбачає специфічні технологічні прийоми, адаптовані до кінцевого функціонального призначення відновлюваних земель. Залежно від цільового використання техногенних ландшафтів, у світовій практиці набули поширення такі основні напрями рекультивації:

- **Сільськогосподарський напрям** — полягає у створенні на порушених землях сільськогосподарських угідь, таких як рілля, пасовища, сади, ягідники та луки.

- **Лісогосподарський напрям** — передбачає формування лісових насаджень із визначеним господарським або екологічним призначенням.
- **Водогосподарський напрям** — полягає у створенні різноманітних водоймищ, водних басейнів і ставків.
- **Профілактичний або санітарно-гігієнічний напрям** — зосереджується на озелененні, консервації відвалів і промислових площ з метою покращення санітарного стану.
- **Рекреаційний напрям** — орієнтований на формування зелених зон поблизу великих населених пунктів для забезпечення комфортних умов відпочинку.
- **Будівельний напрям** — включає підготовку порушених земель для подальшого промислового чи житлового будівництва.

Найбільш розповсюдженими у міжнародній практиці є сільськогосподарський та лісогосподарський напрями рекультивації. Вибір конкретного напрямку має базуватися на комплексній оцінці ландшафтно-економічних особливостей території, а також на врахуванні суміжних земель, які після завершення рекультиваційних заходів мають утворити екологічно стабільний і економічно вигідний ландшафтний масив.

Враховуючи специфіку породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) міста Шептицький — зокрема його значні розміри, розташування у міжріччі річок Західний Буг і Рата, а також близькість до населених пунктів — найдоцільнішим вважається комбінований підхід, що поєднує рекреаційний та лісогосподарський напрями рекультивації.

Згідно з даними, отриманими в Інституті лісівництва Національної академії наук України, верхні ділянки відвалу рекомендується озеленювати посухостійкими чагарниковими видами: акацією жовтою (*Robinia pseudoacacia* var. *aurea*), скумпією (*Rhus typhina*), свидиною (*Viburnum opulus*), бузиною червоною (*Sambucus racemosa*), сніжноягідником білим (*Symphoricarpos albus*) та лохом вузьколистим (*Elaeagnus angustifolia*). У

нижній частині відвалу разом із чагарниками доцільно висаджувати дворічні або п'ятирічні саджанці деревних порід: акацію білу, канадську тополю (*Populus canadensis*), березу, дику грушу (*Pyrus communis*), клен і дику яблуню (*Malus sylvestris*). Для стабілізації схилів рекомендується суцільне озеленення відкосів із застосуванням трав'янистих культур, серед яких ефективними є полин (*Artemisia vulgaris*), тимофіївка (*Phleum pratense*) та донник (*Melilotus officinalis*).

Перший рік після посадки деревно-чагарникової та трав'янистої рослинності характеризується підвищеною потребою у внесенні органічних і мінеральних добрив. Норми внесення залежать від хімічного складу ґрунту та рівня гумусу: органічні добрива — 30-40 т/га, мінеральні — 40-90 кг/га. У другому та третьому роках дозування мінеральних добрив зменшується до 30-40% від початкових норм. Вегетаційний догляд у перший рік включає 3-4 повторні поливи, які у посушливі періоди проводяться із розрахунку 10 л води на 1 м².

Технологічний процес рекультивації характеризується комплексом специфічних заходів, що визначаються типом порушень і подальшим цільовим використанням земель. Зокрема, при рекультивації земель, порушених видобутком і збагаченням корисних копалин, слід дотримуватися таких ключових вимог:

- збереження максимальної площі земної поверхні і мінімізація деформацій ґрунтового покриву;
- зняття та збереження родючого шару ґрунту із земельних ділянок, призначених для розміщення породних відвалів;
- планування поверхні просідань із використанням заповнення породою з подальшим нанесенням родючого ґрунтового шару;
- запобігання процесам висихання, заболочування та ерозії шляхом проведення відповідних заходів;

- формування нових породних відвалів і їх рекультивація відповідно до нормативів Держстандарту;
- терасування або вирівнювання схилів із урахуванням подальшої біологічної рекультивації та можливості озеленення.

Для недопущення заболочування територій під рекультивацію надається нахил у напрямку до зниження рельєфу, що забезпечує рівномірний стік дощових і паводкових вод по всій площі відвалу. У разі утворення тріщин, які сприяють швидкому дренажу ґрунтових вод, доцільно створити водозатримуючий шар із глини чи інших матеріалів, що перешкоджають надмірному змиванню і сприяють утриманню вологи.

Перед початком рекультиваційних робіт обов'язково здійснюється аналіз існуючих інженерних комунікацій та узгодження заходів із відповідними організаціями, що забезпечує скоординованість процесу відновлення.

Таким чином, рекультивація породного відвалу ЦЗФ у місті Шептицький реалізується за допомогою комплексного підходу, що включає зміну форми відвалу, терасування схилів, нанесення ґрунтового шару, висадку деревно-чагарникової рослинності та посів трав'янистих культур, що разом забезпечує ефективне біологічне закріплення та стабілізацію порушеної території.

6. ГІРНИЧОТЕХНІЧНИЙ ЕТАП РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ

6.1 Рекультивація породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) міста Шептицький

Відповідно до чинних нормативних положень з відновлення земель, підприємства вугільної промисловості, що здійснюють видобуток корисних копалин, а також процеси їх збагачення, генерують значні обсяги відходів виробництва. Ці відходи утворюють великі за площею відвали, які спричиняють порушення, забруднення та можливе затоплення ґрунтового покриву. У зв'язку з цим, підприємства зобов'язані здійснювати зняття родючого шару ґрунту на ділянках, відведених під відвали відходів, із подальшим його транспортуванням до місць тимчасового зберігання для забезпечення майбутньої рекультивації.

Гірничотехнічний етап рекультивації земель, пошкоджених внаслідок гірничо-збагачувальних робіт, повинен починатися із комплексного зняття родючого шару ґрунту на всій площі, відведеній під відвал породи. Це є обов'язковою умовою для подальшого успішного проведення рекультиваційних заходів.

Згідно з паспортом місця видалення відходів (МВВ), породний відвал Центральної збагачувальної фабрики міста Шептицький був споруджений відповідно до проекту інституту «Південьніпрошахт» (м. Харків) і введений в експлуатацію у 1979 році. Початкова площа відводу під відвал складала 60 гектарів із проектною місткістю 45 млн тонн породних відходів. На теперішній час місткість відвалу практично вичерпана, що призвело до розроблення у 1994 році робочого проекту щодо збільшення ємності відвалу. Відповідно до нового проекту, площа відводу збільшиться до 77,7 га, а проектний обсяг відходів досягне 58 млн тонн (приблизно 31,3 млн м³).

Запропонована технологія формування відвалу передбачає послідовне насипання породи ярусами, з облаштуванням пожежобезпечних шарів

товщиною 0,5 м, кожен з яких ущільнюється катками. Для додаткової безпеки формують дамбу навколо кожного наступного ярусу висотою до 10 м. Такий метод створення відвалу сприяє запобіганню надходженню дощових та талих вод на прилеглі території, що є критично важливим як у період експлуатації відвалу, так і після його закінчення.

В процесі роботи ЦЗФ застосовувався валовий спосіб складування породних відходів, що характеризується хаотичним змішуванням порід із різними фізико-хімічними властивостями. Основна частина породного відвалу складається з токсичних компонентів, що ускладнює біологічну рекультивацію та підвищує її вартість. Незважаючи на це, порода відвалу іноді використовується у будівництві як матеріал для виготовлення будівельних матеріалів, баластування доріг тощо.

Площа породного відвалу ЦЗФ наразі становить 77,7 га, обсяг відкладених відходів – близько 50,6 млн тонн (27,3 млн м³), а максимальна висота відвалу сягає 60 метрів. Відвал не містить корисних компонентів, які могли б бути використані у промисловості.

При плануванні рекультивації порушеної території ключовим аспектом є забезпечення належного рельєфу поверхні. Для породного відвалу ЦЗФ передбачена лісогосподарсько-рекреаційна рекультивація, що включає терасне планування схилів. Терасування полягає у створенні горизонтальних майданчиків, які сприяють залісенню або висадженню плодово-ягідних культур.

Оскільки висота відвалу є значною (60 м), доцільним є поєднання терасного планування з вирівнюванням поверхні схилів. Це дозволить зміцнити їх, запобігаючи зсувам, розмивам, а також ерозії вітрового та водного типу, що є критичним для довготривалої стабільності конструкції.

Обсяг робіт із вирівнювання та планування породного відвалу розраховується за відповідними гірничотехнічними формулами з урахуванням геометричних параметрів відвалу, що дозволяє забезпечити ефективне

виконання рекультиваційних заходів та підвищити екологічну безпеку території.

$$Q_p = S_p \times g \times (1 + \varphi), \text{ м}^3$$

де S_p - площа, яка підлягає розрівнюванню і плануванню, м^2 ;

φ - коефіцієнт, що враховує обсяг повторного планування (за даними практики він становить 0,2 - 0,3);

g - питомий об'єм планування, який визначають за формулою :

$$g = n, A \operatorname{tg} a, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

де A - ширина відвальної заходки, м ;

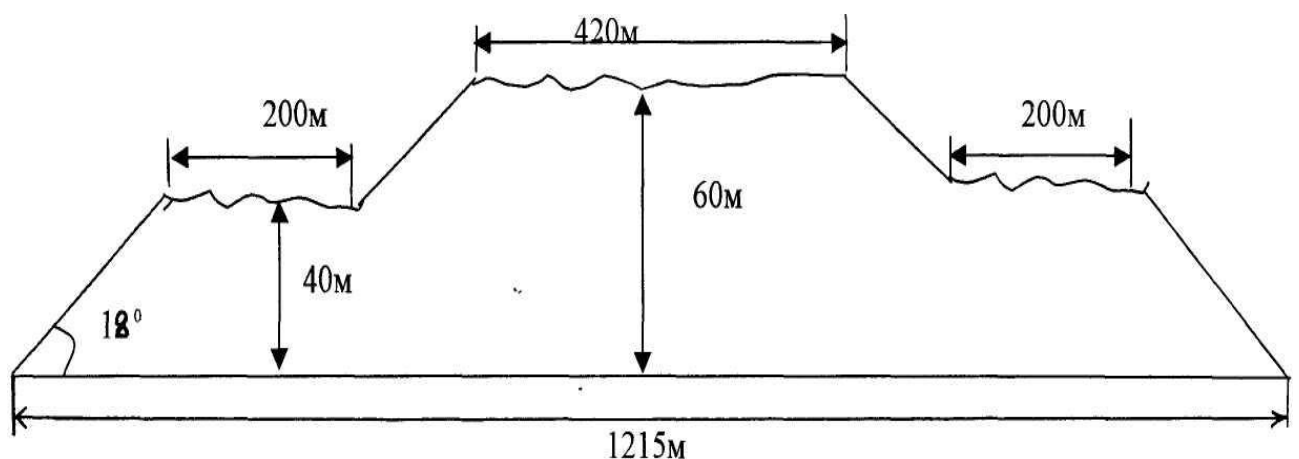
n , - числовий коефіцієнт, залежить від виду відвалоутворення і приймається з таблиць.

Питомий обсяг планування g знаходимо підставляючи вихідні дані для породного відвалу ЦЗФ:

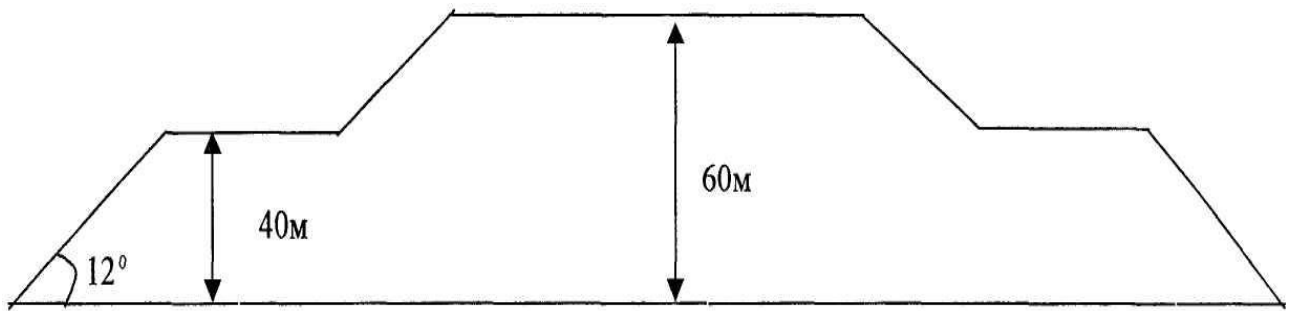
$$g = 0,185 \times 10,9 \times 0,212 = 0,427 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

а обсяг робіт із розрівнювання і планування:

$$Q_p = 777000 \times 0,427 \times (1 + 0,2) = 398134,8 \text{ м}^3.$$



а) до початку рекультивації



б) після проведення рекультиваційних робіт.

Рис. 6 .Вигляд породного відвалу до і після проведення рекультиваційних робіт.

Вирівнювання схилів породного відвалу здійснюється у напрямку зверху вниз, що є найбільш ефективним методом, який полягає у переміщенні породи з верхньої бровки ярусу до його нижньої частини. Такий підхід передбачає збільшення земельної площі, необхідної для розміщення об'ємів породи.

За результатами численних розрахункових досліджень встановлено, що додаткова площа, утворена в процесі вирівнювання, може становити близько 10 % від загальної площі відвалу. Таким чином, загальна площа земельного відводу, що підлягає рекультивації, визначається за відповідною формулою:

$$S_n = S_v + S_d, \text{ га}$$

де S_n - загальна площа породного відвалу ЦЗФ;

S_v - площа породного відвалу ЦЗФ;

S_d - додаткова площа, що утвориться при плануванні породного відвалу, га.

Таким чином, загальна площа породного відвалу ЦЗФ, що підлягатиме рекультивації, становить:

$$S_n = 77,7 + (77,7 \times 0,1) = 85,47 \text{ га.}$$

При створенні багаторівневої терасної платформи, на якій планується здійснення біологічної рекультивації, необхідно враховувати такі технічні параметри, що регламентуються при виконанні рекультиваційних заходів: ширина горизонтальної терасної площадки має становити від 4 до 10 метрів;

висота терас не повинна перевищувати 8-10 метрів; поперечний нахил тераси для запобігання ерозійним процесам рекомендується підтримувати в межах $1,5-2^\circ$ у напрямку до верхньої тераси; кут нахилу відвального схилу варіюється в межах $10-20^\circ$.

Підготовчі роботи для біологічної рекультивації на непридатних або токсичних породах можливі лише за умови нанесення на них потенційно родючих ґрунтових шарів. Найбільш ефективною для лісгосподарського та рекреаційного призначення є багатошарова схема формування ґрунтових покривів, яка включає наступні шари: захисний екрануючий шар, водоутримуючий шар, потенційно родючий шар та родючий (гумусовий) шар. З огляду на значну площу рекультивованої ділянки, доцільно створювати посадкові ями розміром $1,0 \times 1,0 \times 0,3$ метра для розміщення деревних рослин. Вказані шари ґрунту і порід наносяться пошарово безпосередньо у цих ямах.

Екрануючий шар, що має товщину приблизно 0,5 метра, формується з глини та виконує функцію бар'єру, який захищає від впливу токсичних солей та інших шкідливих речовин. Водоутримуючий шар, виконаний з піску, має потужність близько 0,1 метра. Потенційно родючий шар, що складається з супісків, формується завтовшки 0,2 метра, аналогічною є товщина родючого гумусового шару. Візуалізація схеми розташування насипних рекультиваційних шарів представлена на рисунку 7.

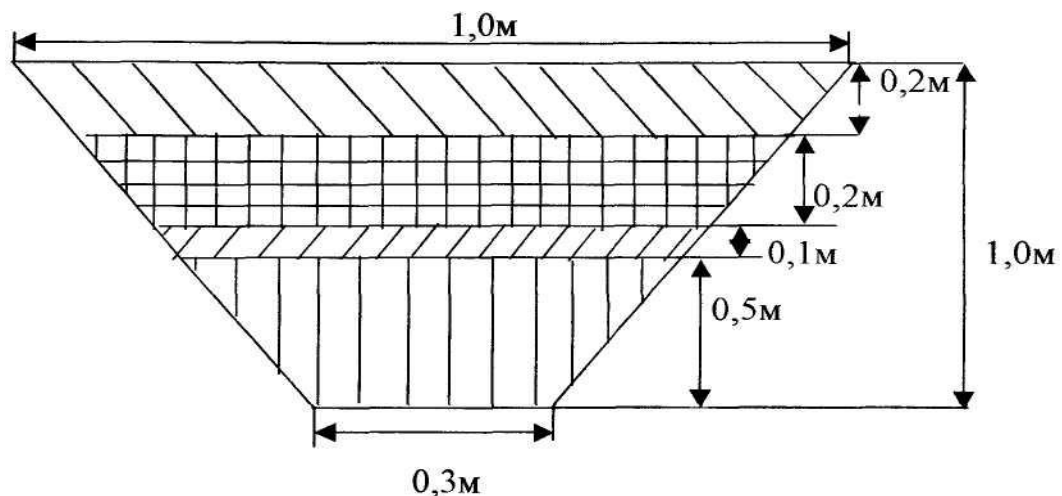


Рис. 7. Схема розміщення насипного рекультиваційного шару в посадкових ямах.

Обчислений обсяг насипного рекультиваційного шару для кожної посадкової ями, згідно з проведеними розрахунками, становить приблизно $0,37 \text{ м}^3$. На основі цього значення виконується розрахунок об'ємів окремих функціональних шарів. Зокрема, об'єм екрануючого шару становить близько $0,1 \text{ м}^3$, водонакопичувача — $0,04 \text{ м}^3$, потенційно родючого шару — $6,09 \text{ м}^3$, а родючого шару — $0,14 \text{ м}^3$. Така деталізація дозволяє більш точно оцінити обсяги матеріалів, необхідних для ефективного проведення рекультиваційних робіт, що забезпечує формування багатошарового комплексу, сприятливого для подальшого відновлення ґрунтових властивостей та рослинності.

6.2 Загальний обсяг рекультиваційних заходів

Загальна площа території, що потребує проведення рекультиваційних робіт, визначена у розмірі $85,47$ гектарів. Цей показник враховує площу породного відвалу, яка становить $77,7$ гектарів, а також приріст площі на 10% , що виникає в результаті процесу розрівнювання та планування порушеної території, що складає додатково $7,77$ гектарів. Таким чином, у процесі планування та підготовки території враховано не лише початкові параметри, але й технологічні особливості виконання робіт.

Загальний обсяг земляних робіт, пов'язаних з розрівнюванням та терасним плануванням породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ), складає $398\,134,8 \text{ м}^3$. Цей значний обсяг вказує на масштабність та складність робіт з відновлення порушених земельних ділянок.

Важливо зазначити, що ефективне здійснення біологічної рекультивації непридатних порід можливо лише за умови нанесення на них родючого гумусового шару ґрунту. Рекультиваційний насипний шар кожної посадкової ями структурно складається із чотирьох основних компонентів: екрануючого шару, водонакопичувача, потенційно родючого шару та власне родючого шару. Обсяги кожного із зазначених шарів наведені у таблиці 1, що дозволяє забезпечити системний підхід до планування та реалізації рекультиваційних

заходів, спрямованих на відновлення продуктивності та екологічної стійкості порушених земель.

Таблиця 1.-Основні показники насипного рекультиваційного шару.

Показники	Потужність, м	Об'єм, V, м
Насипний рекультиваційний шар, V	1,0	0,37
Екрануючий шар, V _e	0,5	0,1
Водонакопичувач, V _в	0,1	0,04
Потенційно родючий шар, V _{пр}	0,3	0,09
Родючий шар, V _p	0,2	0,14

7. БІОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ МІСТА ШЕПТИЦЬКИЙ

7.1. Аналіз біоекологічних умов

Для оцінювання біоекологічних умов, що формуються на територіях, які зазнали рекультивації у ході проведення землевідновлювальних заходів, пропонується застосовувати комплекс факторів, які характеризують агровиробничі умови відновлення земельних ділянок. До основних параметрів, що враховуються, належать:

- Потужність родючого шару ґрунту, що визначає товщину гумусового горизонту і, відповідно, здатність ґрунту підтримувати агроєкосистеми;
- Ступінь збіднення родючості ґрунтів, що відображає зміну хімічного і фізичного стану ґрунтового покриву внаслідок порушень та рекультивації;
- Гранулометричний склад порід, розміщених на відновлюваній території, що впливає на водно-повітряний режим і фізичні властивості ґрунту;
- Значення кислотності (рН), яке є ключовим фактором, що визначає біохімічні процеси в ґрунті та життєздатність рослинних угруповань;
- Рельєф місцевості, зокрема нахил поверхні, що може впливати на стік води, ерозійні процеси та умови росту рослин.

Для визначення придатності земель, що пройшли рекультивацію, до подальшого біологічного відновлення, використовується методика, що базується на табличних даних із відносними оцінками у балах ключових агровиробничих показників. Оцінювання балів здійснюється на основі обсягу виконаних рекультиваційних робіт та сформованих ґрунтоутворювальних

умов на ділянках, які пройшли відновлення (біоекологічні умови), що відображено в таблиці 2.

Процес оцінювання якості рекультивації ґрунтів проводиться шляхом сумування балів за кожним із вказаних показників для конкретної порушеної території. За підсумками проведеного аналізу, загальна сума балів, що характеризує рекультивовані об'єкти, становить 86, що вказує на високу придатність утвореного шару до здійснення подальших біологічних заходів з відновлення ландшафту.

Таким чином, підготовка поверхні породного відвалу для наступної фази біологічної рекультивації включає внесення у спеціально сформовані посадкові лунки послідовно екрануючого, водонакопичуючого, потенційно родючого та власне родючого ґрунтових шарів. Такий підхід сприяє створенню сприятливих ґрунтоутворювальних умов, необхідних для успішного відновлення рослинності та стабілізації екосистеми на рекультивованій території.

Таблиця 2.- Відносна оцінка в балах агровиробничих умов ґрунтоутворення для рекультиваційних робіт

№	Агровиробничі показники групування	Величина показника	Оцінка в балах
1	За потужністю родючого (гумусового) шару, що наноситься при природній потужності	20 см	40
2	За величиною збіднення родючих ґрунтів (гумусу)	40%	12
3	За кислотністю (величина рН) - слабо кислі	рН5-6	10
4	За складом підстилаючи порід, легко суглинкові породи	80%	12
5	За нахилом (рельєфом) поверхні відновлювальних площ	1-2°	12

7.2. Лісогосподарська рекультивація породного відвалу

Біологічна рекультивація породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) міста Шептицький спрямована на зменшення негативного впливу ерозійних процесів, зокрема водної та вітрової ерозії, що виникають на поверхні відвалу. Запобігання цим процесам має ключове значення для збереження екологічної рівноваги та мінімізації забруднення навколишнього середовища, що є особливо актуальним у зонах з техногенним навантаженням. Відповідно до поставлених екологічних завдань, для відновлення порушених земель було обрано лісогосподарський напрямок рекультивації, що базується на відтворенні деревно-чагарникової рослинності.

При доборі видового складу для посадки на породному відвалі враховується низка чинників, серед яких ключовим є придатність ґрунтового покриву для успішного розвитку біологічної рослинності. Крім того, при формуванні рослинного комплексу дотримується зонально-географічний принцип, який дозволяє підібрати види, природно поширені в даному кліматичному регіоні та адаптовані до місцевих умов. З метою покращення екологічних параметрів території перевага надається видам, що характеризуються високою стійкістю до несприятливих ґрунтових умов, низькою вимогливістю до родючості, посухостійкістю, а також здатністю до фіксації атмосферного азоту, що сприяє відновленню ґрунтової родючості та пришвидшує процеси відновлення екосистеми. До таких видів належать акація біла (*Robinia pseudoacacia*), акація жовта (*Gleditsia triacanthos*), береза бородавчаста (*Betula pendula*), клен гостролистий (*Acer platanoides*), тополя канадська (*Populus canadensis*), а також різноманітні кущі, зокрема груша дика (*Pyrus communis*), яблуня дика (*Malus sylvestris*), скумпія (*Rhus typhina*), свидина (*Cornus sanguinea*), бузина червона (*Sambucus racemosa*), сніжноягідник білий (*Symphoricarpos albus*), лох вузьколистий (*Elaeagnus angustifolia*) та інші.

В процесі експериментальних досліджень щодо впровадження деревних порід на деградованих землях встановлено, що оптимальними видами для озеленення породного відвалу є акація біла, береза повисла, клен гостролистий, верба ламка (*Salix fragilis*) та тополя. Вибір щільності насаджень на терасах відвалу є компромісом між двома протилежними чинниками: з одного боку, підвищена густина посадок сприяє швидшому прояву меліоративного ефекту, покращуючи захист від ерозії, а з іншого боку, надмірна густина обмежує доступність мінеральних поживних речовин і води для окремих рослин, що може знижувати їх життєздатність та продуктивність. З урахуванням цих обставин посадка деревно-чагарникової рослинності здійснюється рядами, які орієнтуються поперек схилу для максимального зменшення ерозійного впливу. Для забезпечення достатнього простору для живлення кожної рослини рекомендована відстань між рядами становить 2,5 метри, а між окремими рослинами у межах ряду – 1,5 метри, що відповідає оптимальним агротехнічним параметрам, представленим на рисунку 8.

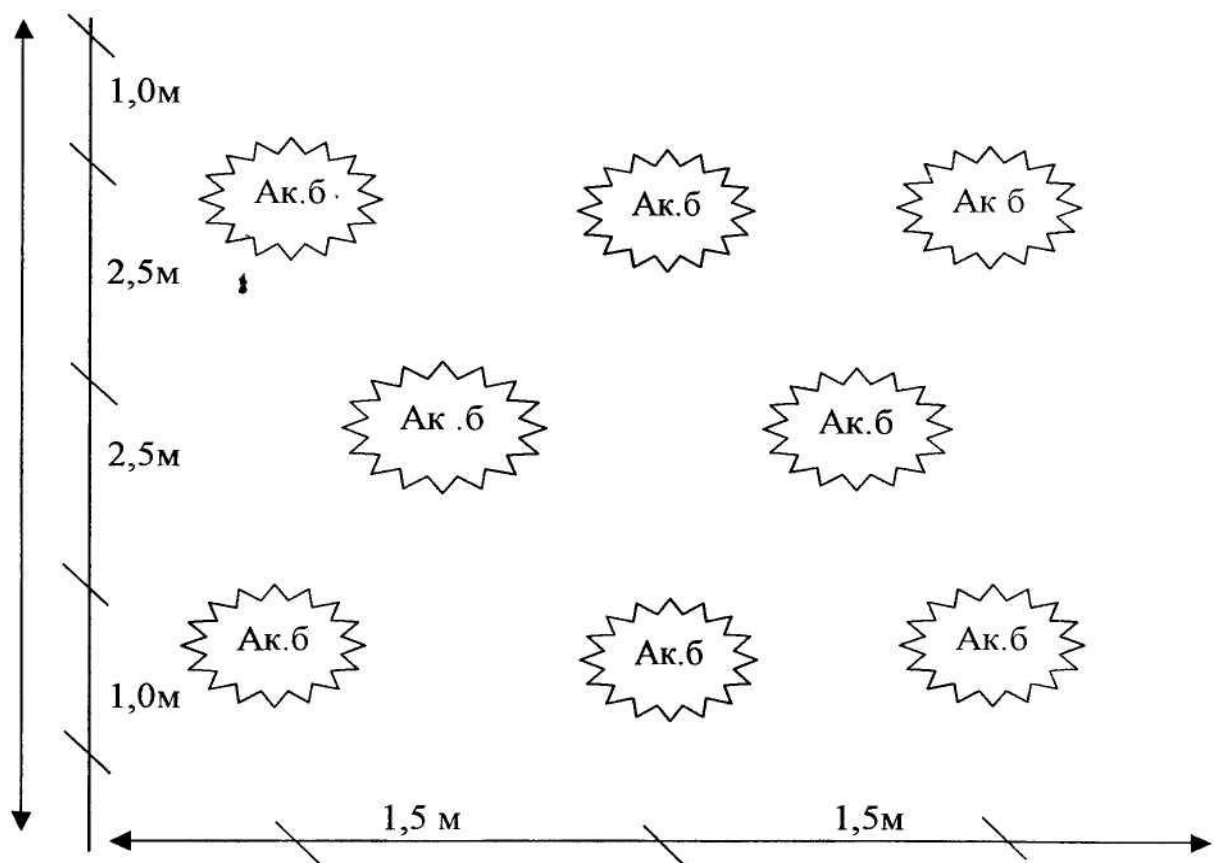


Рис. 8. Схема розміщення рослин на терасах породного відвалу

Для проведення посадкових робіт використовують стандартні саджанці деревного ряду віком один-два роки, які мають добре сформовану кореневу систему. Одно- та дворічні сіянці листяних порід характеризуються значними перевагами у порівнянні з більш крупномірними саджанцями. Для висаджування не застосовують саджанці, що мають механічні пошкодження, слабкий розвиток або відставання у рості. Посадка саджанців здійснюється вручну із застосуванням лопати або спеціального інструменту — меча Колесова.

Після завершення гірничотехнічного етапу рекультивації на породному відвалі Центральної збагачувальної фабрики утворюються дві тераси, на яких рекомендовано висаджувати дворічні саджанці акації білої. Щільність посадки розраховується на основі інтервалу 1,5 м у міжряддях та 2,5 м у рядах, що відповідає:

$$N = 10\,000 \text{ м}^2 / (1,5 \text{ м} \times 2,5 \text{ м}) = 2667 \text{ шт/га}.$$

Посадка акації виконується у посадкові ями, тому для зазначеної кількості рослин розраховується об'єм насипного рекультиваційного шару за формулою:

$$V_z = N \times V = V, \text{ м}^3,$$

де V_z - загальний об'єм насипного рекультиваційного шару з розрахунку на дану кількість посадкового матеріалу;

V - Об'єм однієї посадкової ями.

Отже, необхідна кількість ґрунту становить :

$$V_z = 2\,667 \times 0,37 = 986,79 \text{ м}^3.$$

Відповідно об'єм кожного шару зокрема :

$$V_{z \epsilon} = 2\,667 \times 0,1 = 266,7 \text{ м}^3$$

$$V_{z \text{ в}} = 2\,667 \times 0,04 = 106,68 \text{ м}^3$$

$$V_{z \text{ пр}} = 2\,667 \times 0,09 = 240,03 \text{ м}^3$$

$$V_{z \text{ р}} = 2\,667 \times 0,14 = 373,38 \text{ м}^3.$$

Для мінімізації ризиків водної та вітрової ерозії на схилах між терасами рекомендується посів багаторічних трав'яних сумішей у нормі 25 кг/га. До

складу трав'яного покриву пропонується включити люцерну жовту та посівну, донник жовтий і білий, а також лядвінець рогатий.

7.3. Рекреаційна рекультивація породного відвалу

Для покращення екологічного стану території навколо породного відвалу планується створення санітарно-захисної смуги шириною 30 м, розташованої на відстані 20 м від відвалу. Посадка деревної рослинності проводиться рядами: загальна кількість рядів — 15, відстань між рядами — 2,5 м, між рослинами в ряду — 1,0 м. Для озеленення пропонуються клен гостролистий та акація біла. Розрахунок потреби в посадковому матеріалі на одиницю площі здійснюється за формулою:

$$N=10000 / (2,5 \times 1) = 4\,000 \text{ шт / га .}$$

Схема змішаної посадки деревної рослинності у санітарно-захисній смузі наведена на рис. 9.

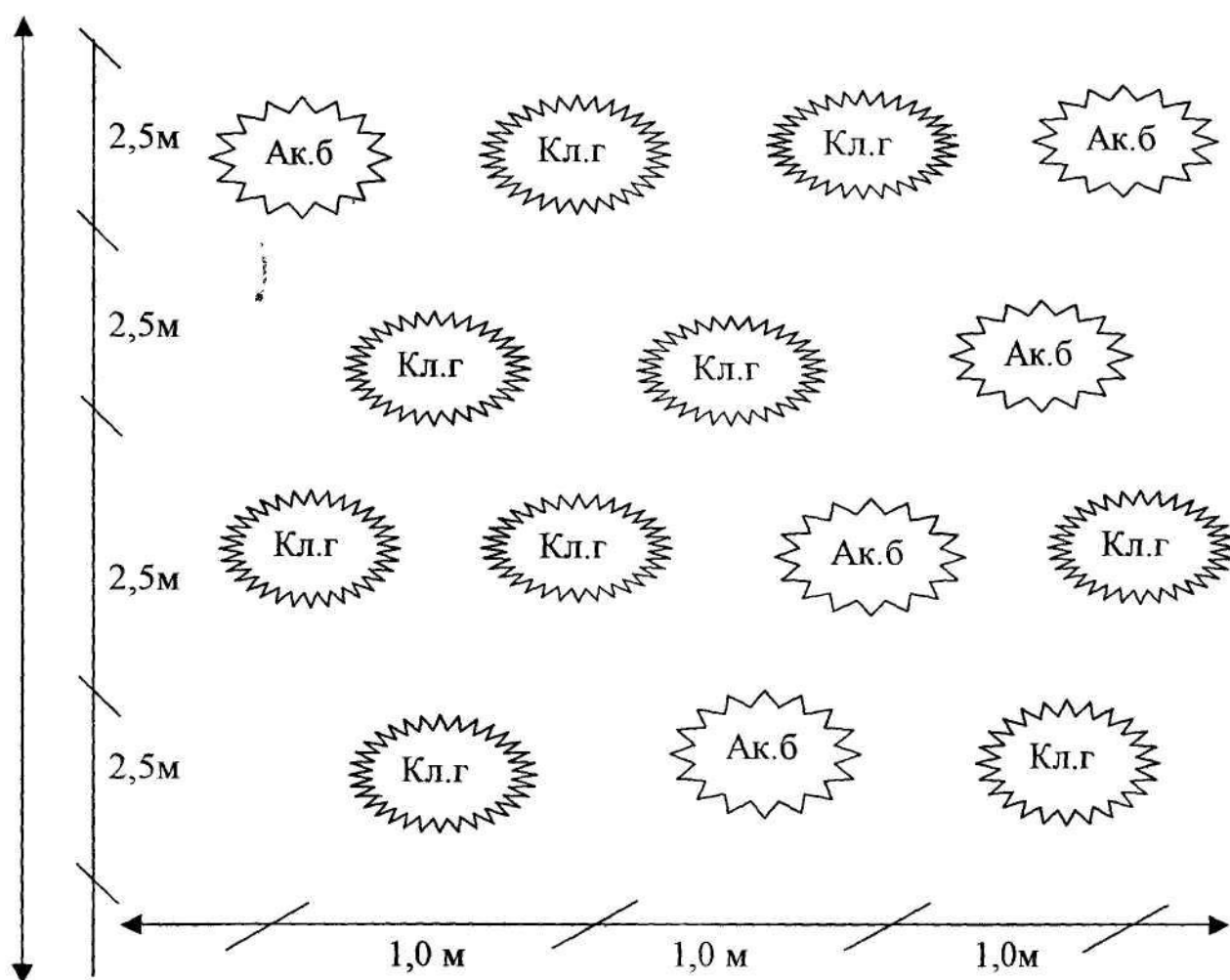


Рис. 9. Схема змішування рослин у санітарно-захисній смугі.

На схемі змішування порід видно що, акація біла складає третину всього посадкового матеріалу, тобто необхідна кількість акації білої на один гектар становить 1334 шт / га, і відповідно клена гостролистого - 2667 шт / га.

8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

Державним завданням нашої країни є забезпечення безпечних умов праці громадян, а також піклування про їх здоров'я. В Україні питаннями охорони праці займаються державні, профспілкові та господарські організації. Стрімкий ріст нової техніки, удосконалення технологій, широкий розвиток механізації та автоматизації виробничих процесів утворюють великі резерви для подальшого покращення умов праці робітників. У своїй діяльності служба охорони праці керується законодавчими актами, наказами міністерства, правилами техніки безпеки, Держстандартами, інструкціями з охорони праці та діючими положеннями.

8.1. Аналіз охорони праці у спецуправлінні по гасінню териконів та виконанні рекультиваційних робіт

Аналіз охорони праці доцільно провести на основі Спецуправління по гасінню териконів, так як саме ця організація здійснює рекультивації породних відвалів.

Контроль за дотриманням правил з охорони праці у Шептицькому управлінні по гасінню териконів покладений на адміністрацію та інженерно-технічний персонал. Відповідальність за стан охорони праці покладено на директора Спецуправління та головного інженера з правил техніки безпеки. Оперативна робота з охорони праці здійснюється згідно встановленого графіку. Перевірки робочих підрозділів проводяться не менше шести разів на рік, що є об'єктом підвищеної небезпечності.

8.2. Аналіз виробничого травматизму

Заходи, які проводяться з питань охорони праці, мають свої позитивні результати, але, все-таки, нещасні випадки мають своє місце. Аналіз

виробничого травматизму наводимо на основі актів Н-1 і форм 7-Т за останні п'ять років. Результати аналізу виробничого травматизму наведені в таблиці 3.

Таблиця 3.-Аналіз виробничого травматизму за п'ять років.

Показники	2020	2021	2022	2023	2024
Всього нещасних випадків , А	1	1	4	1	2
Легких	-	-	3	1	1
Важких	1	1	1	-	1
Число днів непрацездатності, Дт	78	55	115	42	63
Показники частоти травматизму $\text{Пч.т.} = (A/B) \times 1000$	4,88	4,98	20	4,85	9,85
Показники важкості травматизму $\text{Пв. Т.} = \text{Дт} / A$	78	55	28	42	31,5
Середня статистична кількість працюючих, В	205	201	200	206	203
Показники непрацездатності $\text{Пн} = \text{Пч.т.} \times \text{Пв.т.}$	380,6	273,9	560	203,7	310,27
Показники втрат робочого часу $\text{Вр.ч.} = \text{Пн.} \times 0,004$	1,52	1,10	2,24	0,81	1,24

Отже, за даними таблиці 3., ми прослідкуємо те, що за останні п'ять років кількість нещасних випадків не зростає, а стан охорони праці в Шептицькому Спецуправлінні по гасінню териконів та рекультивації земель за останні роки задовільний.

8.3. Проблеми виробничої санітарії та умови її покращення

Проблемам виробничої санітарії та гігієни в Спецуправлінні приділяють велику увагу, оскільки робота на породних відвалах є дуже небезпечною і шкідливою для здоров'я людей.

Для покращення гігієни праці працюючим слід видавати і замінювати спецодяг та взуття: бавовняно - паперовий - один раз на рік; куртка ватна -одна на два роки; рукавиці брезентові - одна пара на місяць; на два роки ; рукавиці

брезентові - одна пара на місяць; чоботи гумові - одна пара на два роки ; чоботи кирзові - одна пара на півтора року. А також забезпечення іншим 313 згідно норм і положення 29. 10. 96 року № 170. У Спецуправлінні є пересувні вагончики, які у несприятливий період використовуються для відпочинку людей, які зайняті на рекультиваційних роботах. Окрім цього вагончики служать місцем для прийому їжі, забезпеченість гарячим харчуванням становить 85 %. Працюючим видається спеціальний одяг та взуття. Працівники два рази на рік проходять медичний огляд.

8.4. Протипожежна безпека

Робочим проектом утворення відвалу ЦЗФ міста Шептицький передбачена технологія утворення відвалу породи ярусами, тобто пожежобезпечними шарами висотою 0,5 м з ущільненням кожного шару за допомогою катків і з попереднім формуванням дамби наступного ярусу по периметру на висот 10 м.

Протипожежна безпека у Спецуправлінні має першочергове значення, найбільш висока пожежна небезпека під час рекультиваційних робіт відмічається на транспорті та механізмах, які задіяні при цьому. Для збільшення пожежної безпеки проводяться шарювальні роботи із антипожежних матеріалів: піску та глини. На териконі облаштовуються спеціальні місця для куріння. Транспорт і пересувні вагончики укомплектовуються вогнегасними засобами, норми встановлення і заміни яких залежать від обсягу запланованих робіт, а також від пори року.

8.5. Заходи для покращення умов праці

Дотримання правил техніки безпеки - є запорукою покращення умов праці. Роботи по рекультивації повинні проводитись згідно проекту, під безпосереднім контролем осіб технічного нагляду. До роботи на відвалах

допускаються працівники, ознайомлені з проектом та заходами з техніки безпеки. Працюючі на рекультиваційних роботах повинні бути проконсультовані з про безпечні методи роботи із відміткою у відповідній документації.

Перед проведенням робіт біологічного етапу рекультивації проводиться обстеження відвалів з метою виявлення ділянок несприятливих для застосування механізмів та виконання ручних робіт для озеленення. Такими ділянками можуть бути ділянки із ознаками деформації. Виявлені небезпечні ділянки повинні бути окреслені попереджувальними знаками і роботи на них можуть проводитися тільки після повної ліквідації деформацій. На відвалах забороняється присутність сторонніх осіб. У межах механічної захисної зони навкруги відвалу слід встановити охоронні знаки. Забороняється проводити роботи у нічний час, під час злив та інших несприятливих погодних умов.

Під час обладнання терас і проведення посадкових робіт забороняється розставляти працюючих на різних рівнях один під другим - щоб каміння, яке осипається не травмувало того, хто працює нижче. Забороняється складувати важкі предмети: лопати, відра, мотики і інше на крутих схилах вище ділянок де проводяться роботи. На робочих місцях повинна бути медична аптечка питна вода.

До керування бульдозерами, екскаваторами, скреперами, самоскидами можуть бути допущені працюючі, які мають відповідні посвідчення на праве керування, вони повинні бути ознайомлені з інструкцією з техніки безпеки виконанням рекультиваційних робіт. Робота на бульдозері на відвал допускається під схилом не більше тридцяти градусів і на підйом не більше двадцяти п'яти градусів. Підїзд бульдозера до схилу відвалу допускається тільки ножем вперед, витягування на схил відвалу забороняється. Бульдозери, екскаватори та самоскиди, що працюють на відвалі, повинні мати по два вогнегасники кожен. Рух автомобілів по дорогах на породних відвалах проводиться без обгону.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведений аналіз стану довкілля Шептицького гірничо-промислового регіону свідчить про суттєвий антропогенний вплив, основними джерелами якого є Центральна збагачувальна фабрика (ЦЗФ) та вуглевидобувні підприємства. Їхня діяльність призводить до значного забруднення компонентів навколишнього середовища — ґрунтів, поверхневих та підземних вод, атмосферного повітря, що безпосередньо погіршує стан здоров'я населення регіону.
2. Основними джерелами забруднення довкілля є викиди забруднюючих речовин із ЦЗФ, хвостосховища, відвали гірських порід, газові викиди з підземних виробок, а також пил і вихлопи, що утворюються при експлуатації бульдозерно-грейдерного транспорту на відвалах.
3. Проектні документи свідчать про відсутність заходів із попереднього зняття родючого шару ґрунту під час формування відвалу гірських порід, що суттєво ускладнює подальше проведення рекультиваційних робіт.
4. Відвал, розташований у межах ЦЗФ м. Шептицький, охоплює площу 77,7 га та містить близько 31,3 млн м³ породи (приблизно 58 млн тонн), що створює значне навантаження на природне середовище.
5. З огляду на геометричну будову породного відвалу, доцільним є впровадження терасової системи планування з утворенням двох горизонтальних терас і двох між ними схилів.
6. Обсяг робіт, необхідних для технічної підготовки території (розрівнювання, формування схилів, терасування), становить 398134,8 м³, що передбачає значні трудові та технічні ресурси.
7. Планування схилів рекомендується здійснювати за принципом вертикального зниження — зверху вниз, що дозволяє не лише покращити стабільність споруди, але й збільшити її площу на 7,77 га.

8. Загальна площа, яка потребує рекультивації, складає 85,47 га, що включає як основну площу відвалу, так і додаткові ділянки, що утворилися внаслідок планувальних робіт.
9. Оскільки фізико-хімічні властивості гірських порід не дозволяють проводити пряму біологічну рекультивацію, передбачається створення посадкових ям розміром $1,0 \times 1,0 \times 0,3$ м для забезпечення умов для росту рослинності.
10. Конструкція насипного рекультиваційного ґрунтового шару передбачає багатошарову структуру, яка включає: екрануючий шар (0,5 м), шар-водонакопичувач (0,1 м), потенційно родючий шар (0,2 м) та родючий шар (0,2 м).
11. Об'єм однієї посадкової ями становить $0,37 \text{ м}^3$, із них: екрануючого шару — $0,1 \text{ м}^3$, водонакопичувача — $0,04 \text{ м}^3$, потенційно родючого — $0,09 \text{ м}^3$, родючого — $0,14 \text{ м}^3$. Загальна потреба в ґрунтах на 1 га сягає $986,7 \text{ м}^3$, зокрема: екрануючого — $266,7 \text{ м}^3$, водонакопичувача — $106,68 \text{ м}^3$, потенційно родючого — $240,03 \text{ м}^3$, родючого — $373,38 \text{ м}^3$.
12. Відносна бонітувальна оцінка основних агровиробничих умов на момент проектування біологічної рекультивації становить 86 балів, що свідчить про потенційно допустимі умови для вирощування зелених насаджень при відповідних агротехнічних заходах.
13. Для створення стабільного фітоценозу пропонується використання деревних порід, які є невибагливими до родючості ґрунтів, мають високу здатність до азотфіксації та адаптовані до несприятливих умов. Доцільно використовувати одно- і дворічні саджанці акації білої (*Robinia pseudoacacia*) та клена гостролистого (*Acer platanoides*).
14. Рекомендована схема висадки деревної рослинності на терасованій частині передбачає відстань між рядами 2,5 м, між деревами в ряду — 1,5 м. Загальна норма посадкового матеріалу становить 2667 одиниць на гектар.

- 15.3 метою запобігання процесам водної та вітрової ерозії на схилах між терасами передбачається посів багаторічних трав з нормою висіву 25 кг/га.
16. У межах санітарно-захисної зони шириною 30 м передбачається висадка дерев за схемою: між рядами — 2,5 м, між деревами — 1,0 м. Загальна норма посадки — 4000 шт./га (з них 2666 шт./га — клен гостролистий, 1334 шт./га — акація біла).
17. З метою стабілізації екологічної ситуації в межах Шептицького гірничо-промислового району доцільно розробити та впровадити аналогічні заходи рекультивації на інших породних відвалах, що функціонують у межах регіону, з урахуванням їхніх індивідуальних особливостей і сучасного стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Башуцька, У.Б. (2004). Антропогенно-природні сукцесії рослинності девастрованих ландшафтів Червоноградського гірничопромислового регіону : дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.01 "Лісові культури та фітомеліорація",
2. Волох П. В. Сучасний ґрунтогенез на рекультивованих літоземах зони степу України / П. В. Волох, І. Х. Узбек // Сучасний ґрунтогенез на рекультивованих літоземах зони степу України. – 2010. – С. 39–47.
3. Геологія з основами мінералогії / за ред. П. В. Заріцького, Д. Г. Тихоненка; ред.-укл. М. О. Горін. – Х. : Майдан, 2009. – 584 с.
4. Ґрунтознавство : підруч. / [Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, В. В. Дегтярьов та ін.]; за ред. Д. Г. Тихоненка; ред.-укл. М. О. Горін. – К. : Вища освіта. – С. 572–581.
5. Єстеревська Л.В. Рекультивовані ґрунти підходи до класифікації і систематики / Л. В. Єстеревська, Г. Ф. Момот, Л. В. Лехцієр // 9. – 2008. – № 3. – С. 147–150.
6. Єстеревська Л.В. Класифікація рекультивованих ґрунтів, систематика та генетико-виробнича діагностика / Л. В. Єстеревська, Г. Ф. Момот, А. П. Канащ. – Харків : Міськдрук, 2012. – 68 с.
7. Кацевич В. В. Агроєкологічні особливості мікроморфології педоземів / В. В. Кацевич // Агроєкологічний журнал. – 2020. – С. 38–47.
8. Концепція рекультивації земель, порушених за відкритого та підземного видобутку корисних копалин / С. А. Балюк, Л. В. Єстеревська, А. П. Травлєєв, В. М. Зверковський. – Харків : Міськдрук, 2012. – 50 с.
9. Оцінка екологічного стану навколишнього середовища Червоноградського гірничо промислового району і умов водопостачання . -Львів, 1996.
10. Панас Р. Н. Рекультивація земель : навч. посіб. / Р. Н. Панас. – Львів, 2003.
11. Панас Р. М. Рекультивація земель : навчальний посібник / Р. М. Панас. – Львів : Новий Світ, 2007. – 224 с. – (2-ге, стереотипн).

12. Попович, В.В., Мисяк, Р.І., Брунець, К.С. (2011). Природна фітомеліорація вугільних відвалів. Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць, 21.4, 127-131.
13. Проект нормативів ГДВ забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел ЦЗФ м. Червонограда, книга 1, поясн. Записка. - Львів, 2001.
14. Проект нормативів ГДВ ЦЗФ м. Червонограда. - Львів: ЛДШ "Промбудпроект", 1995.
15. Рекультивація техногенно порушених територій: досвід сільськогосподарського використання / В. О. Забалуєв, І. П. Чабан, Г. Ф. Момот, В. В. Кулініч // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Книга 3. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивація, агрохімія, біологія ґрунтів – Харків : ТОВ «Смугаста типографія». – 2014. – С. 27–29.
16. Токсикологічна оцінка з розробкою токсико - гігієнічного паспорту на відходи вуглезбагачення ЦЗФ м. Червонограда (заключний звіт). - Львів: ЛДМІ 1994
17. Узбек І. Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Узбек І. Х. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2001. – 36 с.
18. Чабан І. П. Основні напрямки рекультивації земель і раціонального їх використання в чорноземній зоні України / І. П. Чабан, В. О. Забалуєв // Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство». – 2008. – С. 9–12.
19. Чорна В. І., Доценко Л. В., Ворошилова Н. В. Екологобіологічні особливості відновлення деревних рослин в умовах степового Придніпров'я // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. Т. 49, 2020. – С. 101–111

20. Фіторекультивация і стартовий ґрунтогенез на літоземах / [В. О. Забалуєв, Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін та ін.] // Вісник ХНАУ. Серія «ґрунтознавство». – 2004. – № 6. – С. 19–30.