

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедрою екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« _____ » червня 2026р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»
на тему: «Екологічний аналіз рослинності товариства з обмеженою
відповідальністю Рибальський гранітний кар'єр міста Дніпро»

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи Е-1-22 спеціальності 101 «Екологія»

_____ Максим ДРИГАНОВ

Керівник _____ доц. Наталія ВОРОШИЛОВА

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Водогосподарської інженерії та екології

Кафедра: Екології

Освітньо-професійна програма: «Екологія»

Спеціальність: 101 «Екологія»

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою екології

_____ Вікторія КАЦЕВИЧ

«_____» _____ 202__ р.

З А В Д А Н Н Я

на підготовку кваліфікаційної роботи

Дриганову Максиму Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Екологічний аналіз рослинності товариства з обмеженою відповідальністю Рибальський гранітний кар'єр міста Дніпро»

Науковий керівник: Ворошилова Н.В., к.б.н., доцент

затверджена наказом по ДДАЕУ від «25» лютого 2026 р. № 410

2. Термін подання здобувачем роботи: _____ р.

3. Вихідні дані до роботи: Дані екологічного досліджень, наукова література, статистичні звіти

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): ВСТУП. 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ; 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ; 3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ; 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ; 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ВИСНОВКИ. ЛІТЕРАТУРА.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 16 рисунків та 12 таблиць

6. Дата видачі завдання: «_____» _____ 202__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою досліджень		Виконано
2	Характеристика методів досліджень і фізико-географічних умов		Виконано
3	Експериментальні дослідження		Виконано
4	Обробка експериментальних досліджень		Виконано
5	Оформлення дипломної роботи		Виконано

Здобувач (ка)

(підпис)

Максим ДРИГАНОВ

(Ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Наталія ВОРОШИЛОВА

(Ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Екологічний аналіз рослинності товариства з обмеженою відповідальністю Рибальський гранітний кар'єр міста Дніпро». Робота викладена на 83 сторінках друкованого тексту, містить 16 рисунків, 12 таблиць та список використаних джерел із 25 найменувань. Об'єктом дослідження є техногенні екотопи, сформовані внаслідок діяльності Рибальського гранітного кар'єру. Предметом дослідження виступають особливості формування, видовий склад і структура рослинності техногенно порушених територій. Метою роботи є дослідження рослинного покриву техногенних екотопів Рибальського гранітного кар'єру та оцінка екологічних особливостей формування рослинних угруповань в умовах антропогенно трансформованого середовища.

Для досягнення поставленої мети було виконано аналіз наукової літератури з питань рекультивації порушених земель та фітомеліорації техногенних екотопів, охарактеризовано природно-кліматичні умови району досліджень, проведено оцінку впливу виробничої діяльності кар'єру на компоненти довкілля, визначено видовий склад рослинності та особливості її просторової структури.

В процесі дослідження використано загальнонаукові методи аналізу, синтезу, узагальнення та порівняння, а також флористичні й фітоценотичні методи. Для оцінювання рослинного покриву застосовувалися польові спостереження, маршрутні обстеження, закладання пробних площ та визначення проективного покриття рослинності.

Ключові слова: ТЕХНОГЕННІ ЕКОТОПИ, КАР'ЄР, РОСЛИННІСТЬ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ, ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНІ ЗЕМЛІ, ПРОЕКТИВНЕ ПОКРИТТЯ, ВИДОВИЙ СКЛАД, ДЕРЕВНА РОСЛИННІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Особливості стану кар'єрно-відвальних урочищ	9
1.2 Негативний вплив кар'єрно-відвальних урочищ	12
1.3 Фактори впливу на пилові емісії	17
1.4 Особливості підбору рослинних видів і способи їх розміщення при фітомеліорації техногенних екотопів	20
РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ	41
2.1 Рельєф місцевості	41
2.2 Ґрунтові умови	42
2.3 Кліматичні умови	47
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	49
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	52
4.1 Оцінка впливу діяльності товариства з обмеженою відповідальністю Рибальський гранітний кар'єр міста Дніпро на прилеглі території	52
4.1.1 Оцінка впливу Рибальського кар'єра на атмосферне повітря	53
4.1.2 Оцінка впливу Рибальського кар'єра на водне середовище	59
4.1.3 Оцінка впливу діяльності Рибальського кар'єра на ґрунти	60
4.2 Особливості рослинності в техногенних умовах	61
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	69
5.1 Структура управління охороною праці на підприємстві та обов'язки роботодавця	69
5.2 Електробезпека та основні заходи профілактики електротравматизму	71
5.3 Основні заходи пожежної безпеки на підприємстві	74
ВИСНОВКИ	78
ЛІТЕРАТУРА	80

ВСТУП

Видобування корисних копалин відкритим способом залишається одним із найпоширеніших напрямів освоєння мінерально-сировинних ресурсів у багатьох країнах світу, зокрема в Україні, США, Канаді, Австралії та Китаї. Незважаючи на економічні переваги такого способу розробки родовищ, його вплив на природне середовище є надзвичайно відчутним. Формування кар'єрів, відвалів та інших елементів гірничопромислових ландшафтів супроводжується докорінною трансформацією територій. У межах таких ділянок змінюються рельєф, умови водного режиму, властивості ґрунтів і характер рослинного покриву. У результаті природні екосистеми втрачають свої початкові ознаки, а на їх місці виникають нові техногенні утворення, розвиток яких відбувається під впливом специфічного поєднання природних та антропогенних чинників.

Для потреб гірничодобувної галузі в Україні використовується близько 150 тис. га земель. Особливо активно в останні роки розвивається видобуток нерудної сировини, що використовується у будівництві, насамперед піску та глини. Оскільки такі корисні копалини поширені практично на всій території держави, масштаби порушення земель постійно зростають. За цих умов питання відновлення територій, які зазнали впливу видобувної діяльності, набуває особливого значення та розглядається як один із важливих напрямів природоохоронної політики.

Темпи антропогенного перетворення довкілля сьогодні значно перевищують швидкість його природного самовідновлення. Це особливо помітно в регіонах із розвиненим промисловим виробництвом, де тривале

навантаження на природні ресурси призводить до погіршення екологічного стану територій. Раціональне використання земельних ресурсів та впровадження екологічно обґрунтованих підходів до їх відновлення є необхідною умовою збереження екосистемних функцій і запобігання подальшій деградації навколишнього середовища [1-5].

У сучасних наукових дослідженнях значна увага приділяється оцінці стану земель, які втратили свої природні властивості внаслідок господарської діяльності людини. До таких територій належать порушені землі, для яких характерні зміни або повна втрата ґрунтового покриву, трансформація поверхні, порушення природних процесів ґрунтоутворення та виникнення нових форм мікрорельєфу. Подальше використання таких ділянок потребує проведення комплексу рекультиваційних заходів, спрямованих на відновлення їх екологічних та господарських функцій.

Найбільш масштабні порушення земельного фонду пов'язані з добуванням корисних копалин. Незалежно від технології розробки родовищ, видобувні роботи супроводжуються вилученням значних площ із природного користування. Особливо відчутними є наслідки відкритого способу видобування, під час якого формується складна система кар'єрів і відвалів. Такі об'єкти можуть негативно впливати на якість атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, сприяти розвитку ерозійних процесів та змінювати умови існування рослинних угруповань.

Вплив промислової діяльності на рослинний покрив проявляється як через безпосереднє знищення рослинності, так і через зміну властивостей середовища існування. Особливо гостро ці проблеми проявляються в регіонах із тривалим розвитком гірничодобувної та металургійної промисловості, зокрема на території Донбасу та Кривбасу, де накопичено значний досвід вивчення техногенно трансформованих ландшафтів [6, 8].

Разом із тим останніми роками активно розширюється наукова база щодо процесів самозаростання та формування рослинних угруповань на порушених територіях. Дослідження кар'єрів, відвалів і териконів, створених

у різних природно-кліматичних умовах, свідчать про здатність рослинності поступово освоювати техногенні субстрати та формувати нові екосистеми. Аналіз цих процесів має не лише теоретичне, а й практичне значення для розробки ефективних заходів рекультивації.

Саме тому дослідження особливостей формування рослинного покриву в межах техногенно порушених територій залишається актуальним напрямом сучасної екологічної науки.

Метою дипломної роботи є дослідження складу, структури та особливостей рослинності техногенних екотопів, сформованих унаслідок промислового видобування корисних копалин.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

здійснити аналіз наукових публікацій та інших джерел інформації з тематики дослідження;

дослідити видовий склад і структуру рослинних угруповань кар'єрних урочищ;

обґрунтувати доцільний склад фітоценозів-меліорантів для відновлення техногенно порушених територій.

Об'єктом дослідження є техногенні екотопи, що сформувалися внаслідок гірничодобувної діяльності. Предметом дослідження виступає рослинність техногенно порушених ґрунтів.

Для виконання поставлених завдань використовувалися загальнонаукові методи дослідження, зокрема аналіз, узагальнення, порівняння та логічна інтерпретація отриманих даних. Вивчення видового складу рослин здійснювалося за допомогою флористичних методів, а особливості структури рослинних угруповань досліджувалися із застосуванням фітоценотичних підходів, які передбачали польові спостереження, закладання пробних площ, трансект та екологічних профілів на ділянках із різним ступенем техногенного порушення.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Особливості стану кар'єрно-відвальних урочищ

У сучасній гірничодобувній промисловості відкритий спосіб розробки родовищ залишається найбільш поширеним методом видобування корисних копалин. Його широке застосування пояснюється насамперед економічною доцільністю, оскільки витрати на видобуток сировини в кар'єрах є значно нижчими порівняно з підземними шахтними роботами. За окремими показниками продуктивності обсяги руди, отримані відкритим способом, можуть у десятки разів перевищувати аналогічні результати підземного видобутку.

Розвиток гірничої галузі супроводжується постійним збільшенням розмірів кар'єрів. Сьогодні глибина багатьох рудних кар'єрів досягає 150–450 м, а подальше освоєння родовищ передбачає їх поглиблення до 500–700 м і більше. Такі зміни впливають не лише на технологію видобутку, а й на екологічний стан виробленого простору. Із зростанням глибини кар'єрів погіршуються умови природного повітрообміну, що сприяє накопиченню пилу, газів та інших домішок у приземному шарі атмосфери [1-5, 10, 15].

Кар'єр являє собою спеціально створений гірничий об'єкт, у межах якого здійснюється відкрита розробка родовища. Видобувний процес включає комплекс взаємопов'язаних операцій, спрямованих на підготовку, розпушення, виймання та транспортування гірських порід. Під час виконання таких робіт утворюються різноманітні джерела впливу на довкілля. Найбільш характерними серед них є пилові викиди та газоподібні продукти, що

надходять у повітря внаслідок роботи техніки, проведення вибухових робіт і переміщення значних обсягів гірничої маси.

Основними елементами кар'єрного простору є уступи та забої. Уступи формують робочі поверхні у вигляді сходинкоподібних ділянок, які забезпечують можливість роботи видобувної та транспортної техніки. Безпосереднє вилучення породи здійснюється в межах забою, де відбувається руйнування та навантаження розпушеної гірничої маси.

Важливу роль у технологічному циклі відіграють вибухові роботи. Для руйнування твердих гірських порід застосовують спеціальні вибухові речовини, здатні за дуже короткий проміжок часу виділяти значну кількість енергії та газів. У результаті детонації відбувається дроблення породи, що створює умови для подальшого її вилучення та транспортування. Разом із позитивним технологічним ефектом вибухи є одним із найбільш потужних джерел пилогазового забруднення кар'єрного середовища.

Суттєвою екологічною проблемою гірничодобувних підприємств є утворення великої кількості дрібнодисперсного пилу. Особливо інтенсивно пил формується на відкритих поверхнях, вкритих дрібними частинками гірських порід розміром менше 100 мкм. Для зменшення негативного впливу таких процесів на підприємствах застосовують комплекс заходів пилогазоподавлення, який включає технічні, організаційні та технологічні рішення, спрямовані на скорочення обсягів викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря [20, 22].

Подальший розвиток відкритих гірничих робіт характеризується зростанням масштабів виробництва та впровадженням високопродуктивної техніки. Сучасні вибухові технології дозволяють одночасно використовувати до 1000 – 1200 т вибухових речовин. У кар'єрах широко застосовуються екскаватори місткістю ковша до 20 м³, автосамоскиди вантажопідйомністю 120 – 180 т та конвеєрні транспортні системи. Хоча такі технології підвищують ефективність виробництва, вони одночасно сприяють збільшенню обсягів пилових і газових викидів як у межах кар'єрів, так і на прилеглих територіях.

З огляду на це діяльність гірничодобувних підприємств регламентується природоохоронними вимогами, спрямованими на обмеження забруднення атмосферного повітря. Такі вимоги передбачають впровадження заходів щодо запобігання утворенню пилу та скорочення кількості шкідливих речовин, які надходять у навколишнє середовище під час виконання виробничих операцій.

У результаті тривалого функціонування кар'єрів формуються специфічні техногенні ландшафти, що суттєво відрізняються від природних територій. Особливості рельєфу відвалів визначають умови накопичення та перерозподілу вологи, що безпосередньо впливає на процеси заростання рослинністю. Серед найбільш поширених типів мікроландшафтів виділяють крутосхильні відвали з недостатнім зволоженням через активне дронування, пагорбово-грядові форми рельєфу із переважно атмосферним живленням, вирівняні платоподібні поверхні та ділянки, сформовані скельними породами, для яких характерний провальний тип водного режиму.

У межах кожного такого мікроландшафту формуються різні умови існування рослин, які визначаються насамперед запасами доступних поживних речовин і рівнем забезпечення вологою. Саме тому під час оцінки придатності порушених земель до рекультивації велике значення мають властивості порід, що складають відвали.

Досліджені відвали переважно сформовані лесовидними суглинками, червоно-бурими суглинками та глинами, які належать до потенційно родючих субстратів і можуть забезпечувати розвиток рослинності без значних обмежень. Натомість скельні породи характеризуються низькою придатністю до заростання через несприятливі фізичні та агрохімічні властивості [1-5, 8-9].

Понад 95 % площі досліджуваної території займають відвали, складені потенційно родючими породами. У межах цих ділянок спостерігається широкий спектр умов зволоження — від дуже сухих до надмірно вологих. Найменше забезпечення вологою характерне для верхніх частин схилів і вершин відвалів, де рослинний покрив представлений переважно ксерофітними видами та займає 30-40 % поверхні. У міру покращення водного

режиму збільшується проективне покриття рослинності та змінюється її склад. На свіжих і вологих ділянках переважають мезофільні трав'янисті, чагарникові та деревні види, а рівень покриття може досягати 80-95 %.

Окрему групу становлять локальні ділянки, сформовані великоуламковими скельними та сланцевими породами. Їх площа зазвичай не перевищує 30-60 м². Через низьку родючість і складні умови для закріплення кореневих систем освоєння таких ділянок рослинами відбувається дуже повільно. Водночас скельні породи здатні накопичувати й конденсувати атмосферну вологу, що позитивно впливає на прилеглі території та частково компенсує дефіцит зволоження.

1.2 Негативний вплив кар'єрно-відвальних урочищ

Одним із найважливіших екологічних наслідків функціонування гірничодобувних підприємств є забруднення атмосферного повітря пилом і газоподібними речовинами. Під час розробки родовищ корисних копалин у кар'єрному просторі постійно відбувається надходження в атмосферу мінерального пилу, продуктів згоряння палива та газів, які утворюються внаслідок технологічних процесів. Масштаби такого забруднення залежать від багатьох факторів, серед яких особливе значення мають фізико-механічні властивості гірських порід, погодні умови, особливості технології видобування та ефективність природоохоронних заходів. Саме тому рівень запиленості повітря навіть у межах одного кар'єру може істотно відрізнятися залежно від конкретної ділянки та часу спостереження.

Важливу роль у формуванні якості повітряного середовища відіграють повітряні потоки. Напрямок і швидкість вітру впливають не лише на поширення вже утворених забруднювальних речовин, а й безпосередньо беруть участь у процесах вторинного пилоутворення. За певних

метеорологічних умов пилові частинки можуть переноситися на значні відстані, виходячи далеко за межі виробничих майданчиків.

Джерела пилу та газових викидів у гірничопромислових районах доцільно розглядати як систему взаємопов'язаних об'єктів. Частина з них розташована безпосередньо в межах кар'єру, інша — за його межами. До зовнішніх джерел належать підприємства з переробки мінеральної сировини, металургійні виробництва, котельні, відвали порід, склади руди, транспортні магістралі та інші відкриті поверхні, позбавлені рослинного покриву. За рахунок дії вітру забруднювальні речовини від цих об'єктів можуть потрапляти в кар'єрний простір та погіршувати стан атмосферного повітря.

Не менш вагомий вплив мають внутрішні джерела забруднення, які функціонують безпосередньо в межах виробленого простору. Пил і газу утворюються під час буріння свердловин, проведення вибухових робіт, роботи екскаваторів, бульдозерів, автосамоскидів та іншої техніки. Додатковим джерелом забруднення виступають дробильно-сортувальні комплекси, відкриті поверхні відвалів, а також природне виділення газів із порід та водоносних горизонтів. Сукупна дія цих факторів формує специфічне техногенне повітряне середовище, характерне для більшості великих кар'єрів.

З екологічної точки зору джерела викидів відрізняються не лише місцем розташування, а й характером поширення забруднювальних речовин. Одні з них мають локальний характер і зосереджені в конкретних точках, інші охоплюють значні площі або просторові об'єми. Особливу небезпеку становлять вибухові роботи, під час яких утворюються масштабні пилогазові хмари. Водночас тривале надходження забруднювачів спостерігається вздовж транспортних шляхів та на відкритих поверхнях, схильних до вивітрювання.

Суттєвим джерелом пилового навантаження на довкілля є відвали гірничих підприємств. У процесі їх формування на поверхню виносяться значні обсяги розкритих порід, які під впливом сонячної радіації, температурних коливань та атмосферних опадів поступово руйнуються. Внаслідок цього утворюються дрібнодисперсні частинки, що легко

підхоплюються вітром. Фактично вся поверхня відвалу стає потенційним джерелом пиловиділення [3, 15-20].

Особливо інтенсивно процеси дефляції проявляються в районах із посушливим кліматом та недостатнім рослинним покривом. Піднятий у повітря пил переноситься на прилеглі території, впливаючи на якість атмосферного повітря населених пунктів, сільськогосподарських угідь і природних екосистем. За даними досліджень, проведених у Криворізькому басейні, площа територій, на які поширюється вплив пилу з відвалів, може у багато разів перевищувати площу самих відвальних масивів. Зокрема, для відвалів загальною площею понад 6,5 тис. га зона перенесення та осадження пилових частинок охоплює близько 400 тис. га.

Інтенсивність пиловиділення визначається поєднанням природних і техногенних факторів. Вирішальне значення мають кліматичні умови місцевості, конструктивні особливості відвалів та своєчасність виконання рекультиваційних робіт. Чим довше поверхня відвалу залишається незакріпленою рослинністю, тим більшими є втрати дрібних частинок унаслідок вітрової ерозії.

У процесі експлуатації відвалів пил утворюється як у результаті виробничих операцій, так і під дією природних чинників. До техногенних джерел належать роботи з формування та планування відвалів, терасування схилів, нанесення потенційно родючого шару та інші рекультиваційні заходи. Водночас після завершення цих робіт пиловиділення не припиняється, оскільки на поверхні відвалів продовжують діяти процеси вітрової ерозії та повторного підняття в повітря раніше осілих частинок [3, 11, 15].

Характер пилового навантаження значною мірою залежить від способу формування відвалу. При використанні автомобільного, залізничного або конвеєрного транспорту джерела пиловиділення відрізняються інтенсивністю та тривалістю дії. Проте навіть за високих показників технологічного пиловиділення найбільший внесок у забруднення атмосфери часто забезпечують саме природні процеси на поверхні великих відвальних масивів.

На відміну від виробничого обладнання, яке працює циклічно, процеси дефляції відбуваються постійно та охоплюють території площею у сотні гектарів, що суттєво підсилює їх екологічний вплив.

Таблиця 1.1- Інтенсивність пиловиділення при відвалоутворенні

Спосіб відвалоутворення	Інтенсивність пиловиділення мг/с
Екскаваторний	64-275
	47-485
	700-1120
Бульдозерний	23-102
	97-160
З використанням відвалоутворювача	8000-12200

Дослідження процесів пилоперенесення на відвалах свідчать про те, що техногенно порушені території можуть бути джерелом значного пилового навантаження на навколишнє середовище. За результатами спостережень І.В. Трещевського встановлено, що з одного гектара відвалів, сформованих породами легкого механічного складу, щороку за межі відвальної території може виноситися від 200 до 500 т дрібнодисперсного матеріалу. Масштаби поширення пилу є надзвичайно значними: площа його осадження здатна перевищувати площу самого відвалу приблизно у 500 разів. При цьому близько половини пилових частинок осідає на прилеглих територіях, тоді як інша частина тривалий час перебуває в атмосфері та переноситься повітряними потоками на значні відстані.

Особливо гостро проблема проявляється в умовах Криворізького басейну. За даними НДІБПГ, при швидкості вітру близько 5 м/с з одного гектара відвальної поверхні за добу може здуватися 6–8 т пилу (табл.1.2).

Таблиця 1.2 - Інтенсивність пиловиділення з поверхні відвалів

Швидкість вітру, м/с	Площа пилячої поверхні відвалу, (м ²)	Запиленість повітря, (мг/м ³)	Питоме видування пилу, (м ² /с)	Інтенсивність пиловиділення, (мг/с)
2	131 250	0,5	0,13	17 062
3,4		2,3	0,42	55 125
5,5		3,8	1,06	139 125

Продовження табл. 1.2

2	1 491 000	1,1	0,09	133 071
3,2		2	0,17	260 720
4,7		3	0,31	495 504

Частинки розміром близько 100 мкм за таких умов переміщуються на відстань до 250 м. Зі збільшенням швидкості повітряного потоку вдвічі інтенсивність дефляційних процесів зростає приблизно утричі, а дальність перенесення пилу може досягати 800 м. Найактивніше руйнування поверхні відвалів спостерігається при швидкості вітру 14-15 м/с. Для території Криворіжжя такі умови характерні в середньому протягом 8-15 днів на рік, що створює сприятливі передумови для розвитку ерозійних процесів.

Інтенсивність винесення дрібних частинок із поверхні відвалів визначається сукупністю кількох факторів. Найбільший вплив мають кількість накопиченого технологічного пилу, його гранулометричний склад, вологість поверхневого шару та швидкість повітряних потоків. Коли сила вітру перевищує певне критичне значення, частинки субстрату починають втрачати стійкість і переходять у рухомий стан. Саме цей момент вважається початком вітрової ерозії [6, 21, 23].

Для частинок діаметром від 0,01 до 2 мм початок їх переміщення по поверхні спостерігається при швидкості вітру приблизно від 3,65 до 8,57 м/с. Перехід цих частинок у завислий стан потребує дещо вищих швидкостей повітряного потоку — від 3,72 до 16,25 м/с залежно від розміру фракцій. Від гранулометричного складу залежить і дальність міграції матеріалу: великі частинки діаметром 1-8 мм зазвичай переміщуються лише на кілька метрів, тоді як пилові фракції розміром 0,03-0,08 мм можуть переноситися на десятки кілометрів від джерела утворення.

Поширення вітрової ерозії на території України найбільш характерне для регіонів із недостатнім зволоженням. Ризик розвитку дефляційних процесів зростає за умов високих температур повітря, низької відносної вологості, слабого розвитку рослинного покриву та переважання легких за

механічним складом ґрунтів. Важливе значення мають також погодні умови безпосередньо перед виникненням пилових бур. Як правило, ерозійно небезпечна ситуація формується за тривалої відсутності опадів або при їх незначній кількості — менше 5 мм на добу. Для легких ґрунтів критичною вважається швидкість вітру понад 6 м/с, тоді як для важчих за механічним складом ґрунтів цей показник становить близько 10 м/с.

На відміну від природних ґрунтів, поверхня відвалів є значно менш стійкою до руйнівної дії вітру. За наявними даними, інтенсивність ерозійних процесів на таких територіях може перевищувати аналогічні показники природних земель у 2-4 рази. Додатковим фактором ризику є збільшення висоти відвалів. Встановлено, що при висоті зовнішнього відвалу понад 10 м кількість дрібнодисперсних частинок, які переходять у повітряне середовище, зростає пропорційно кубу швидкості вітру. Отже, формування високих відвальних масивів не лише посилює прояви дефляції, але й ускладнює подальше проведення рекультиваційних заходів через погіршення мікрокліматичних та ґрунтових умов.

1.3 Фактори впливу на пилові емісії

Одним із ключових напрямів зниження негативного впливу гірничодобувної діяльності на довкілля є скорочення обсягів пилових та газових викидів, що утворюються під час виконання технологічних операцій у кар'єрах. Для цього на різних етапах виробничого процесу застосовуються спеціальні заходи пилогазоподавлення, ефективність яких залежить від особливостей гірничих робіт, властивостей порід та метеорологічних умов.

На стадії буріння свердловин основним джерелом пилу є руйнування гірських порід буровим інструментом. Тому сучасні бурові установки оснащуються штатними системами очищення повітря та уловлювання пилу,

які дозволяють суттєво зменшити його надходження в атмосферу кар'єру безпосередньо в місці утворення.

Особливо значні обсяги пилу та газоподібних продуктів утворюються під час проведення масових вибухів. Для обмеження поширення забруднювальних речовин використовують різні технології пилогазоподавлення. Один із поширених підходів передбачає формування додаткового шару породи навколо свердловин після розміщення вибухового заряду та набивки. Такий екран частково затримує продукти вибуху й сприяє осадженню пилових частинок. Важливим елементом технології є попереднє зволоження порід до рівня вологості 15-20 % або із застосуванням води в кількості не менше 40 л/м³. Для підвищення ефективності можуть використовуватися спеціальні розчини, здатні зв'язувати пил та зменшувати концентрацію шкідливих газів. Зокрема, застосовують водні розчини вуглелужного реагенту концентрацією 1-2 %. Середня витрата таких розчинів повинна становити не менше 0,5 л/м³ породи, а в межах зон найбільш інтенсивних деформацій — близько 2 л/м³.

Інший спосіб ґрунтується на використанні внутрішньої та зовнішньої гідронабивки. У цьому випадку замість традиційної твердої набивки застосовуються поліетиленові рукави діаметром 220-230 мм, заповнені водою або спеціальними водними розчинами. Під час вибуху вони забезпечують додаткове зв'язування пилу та сприяють нейтралізації газових викидів. Витрати реагентів при цьому залишаються аналогічними попередньому способу.

Після проведення вибухових робіт важливим заходом є дегазація розпушеної гірничої маси. Для цього поверхню зволожують водою або реагентами, які здатні зменшувати концентрацію газів, зокрема оксиду вуглецю. Практика показує, що для досягнення належного ефекту витрати рідини мають становити не менше 40 л на кожний кубічний метр гірської маси.

Джерелом пилу також є навантажувально-транспортні операції. У процесі переміщення розпушених порід значна кількість дрібнодисперсних

частинок потрапляє в атмосферу, тому перед початком робіт доцільно проводити попереднє зрошення матеріалу. Для цього використовують як чисту воду, так і водні розчини пилозв'язувальних реагентів концентрацією 1–2 %. Витрата рідини повинна бути не меншою за 40 л/м³ породи. У сухий та спекотний період року зрошення рекомендується здійснювати частіше, оскільки висока температура та низька вологість повітря сприяють швидкому висиханню поверхні [15-20].

Значний внесок у формування пилового навантаження робить кар'єрний транспорт. Рух великовантажних автомобілів призводить до постійного підняття пилу з дорожнього покриття, тому одним із найефективніших способів боротьби з цим явищем є регулярне зволоження доріг. Для обробки поверхні використовують воду або спеціальні пилозв'язувальні розчини з орієнтовною витратою 3–4 л/м² дорожнього полотна.

Важливою складовою природоохоронних заходів є також зменшення пиловиділення під час формування відвалів. Перед транспортуванням породи на відвальні ділянки її рекомендується зволожувати водою або водними розчинами вуглелужного реагенту концентрацією 1-2 %. Мінімальна витрата рідини повинна становити близько 40 л/м³ матеріалу. Такі заходи дозволяють скоротити втрати дрібних фракцій під час навантаження, перевезення та розвантаження порід.

Окрему проблему становлять відкриті поверхні, складені дрібнодисперсними матеріалами, зокрема відвали пустих порід і шламосховища. Для запобігання їх руйнуванню під дією вітру використовують різноманітні пилозв'язувальні композиції. Серед них застосовують розчини сульфатного мила концентрацією 25 %, кукурудзяного екстракту концентрацією 25-50 %, зеленої патоки концентрацією 25-50 %, а також сучасні промислові препарати, наприклад розчини типу «Еком». Після висихання такі речовини утворюють на поверхні захисну кірку, яка зменшує винесення дрібних частинок у повітря.

Вибір конкретного способу боротьби з пиловими емісіями визначається технічними можливостями підприємства, економічною доцільністю та ефективністю використання реагентів. Однак навіть найсучасніші технічні рішення доцільно поєднувати з біологічними методами захисту. Важливу роль у зменшенні поширення пилу відіграє рослинний покрив, який може формуватися як природним шляхом у процесі самозаростання, так і в результаті цілеспрямованих рекультиваційних заходів. Рослинність сприяє закріпленню поверхні відвалів, знижує швидкість вітру біля ґрунту та створює додатковий бар'єр для поширення пилових частинок [7-8, 17-18].

1.4 Особливості підбору рослинних видів і способи їх розміщення при фітомеліорації техногенних екотопів

Ефективність фітомеліорації техногенно порушених територій значною мірою визначається правильністю добору рослинних видів. При формуванні рослинного покриву на деградованих землях перевагу надають видам, які здатні успішно розвиватися в умовах низької родючості субстратів, витримувати несприятливі екологічні фактори, характеризуються швидким ростом та формують потужну кореневу систему. Важливими критеріями відбору є також стійкість до хвороб і шкідників, здатність закріплювати поверхню ґрунту, поглинати пил і газоподібні забруднювачі, а також покращувати санітарний стан навколишнього середовища завдяки виділенню біологічно активних речовин.

Необхідність застосування фітомеліоративних заходів виникає внаслідок істотної трансформації природних екосистем під впливом антропогенних факторів. До найбільш поширених причин деградації земель належать промислове забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і ґрунтів, розвиток водної та вітрової ерозії, а також поступове виснаження

родючості ґрунтового покриву. У таких умовах рослинність виступає не лише засобом відновлення екологічної рівноваги, але й важливим інструментом стабілізації порушених ландшафтів.

Особливого значення фітомеліорація набуває на еродованих землях, де відбулося часткове або повне руйнування родючого шару ґрунту. Такі території можуть утворюватися внаслідок водної чи вітрової ерозії, механічного зняття верхнього шару ґрунту або його ущільнення. Для відновлення їх продуктивності широко використовують багаторічні трави, насамперед бобові види, які здатні накопичувати азот і покращувати фізико-хімічні властивості субстрату. Одночасно здійснюється висаджування чагарникових та деревних порід, що забезпечують довготривалу стабілізацію території [1-5, 20-24].

Добір рослин завжди повинен враховувати конкретні умови місцезростання. Для піщаних субстратів найбільш доцільним вважається наслідування природних сукцесійних процесів, коли спочатку формуються трав'янисті угруповання, далі з'являються чагарники, а згодом деревна рослинність. Серед деревних порід у таких умовах найчастіше використовують сосну звичайну як основну лісоутворюючу породу, тоді як береза повисла виконує роль супутнього виду. Крім них, позитивні результати демонструють зіновать, дрік, леспедеція двоквітка та ялівець козацький.

Окремим напрямом є фітомеліорація еродованих схилів. Території з крутизною понад 20° традиційно відносять до земель лісомеліоративного фонду, оскільки саме деревна рослинність найефективніше запобігає подальшому розвитку ерозійних процесів. Особливо це стосується ярів, балок та схилів річкових долин, де на поверхню виходять материнські породи. У межах таких територій застосовують комплекс заходів, який включає заліснення, створення садів і залуження.

Найбільшу частку площ лісомеліоративного фонду, до 60 %, рекомендується відводити під лісові насадження. Залісненню підлягають ділянки зі схилами понад 20°, а також території зі схилами 12-20°, де ґрунти

сильно змиті або порізані численними промоїнами. На днищах ярів і балок додатково створюють чагарникові мулофільтри, які сприяють затриманню наносів та зменшенню поверхневого стоку.

Використання земель під сади можливе переважно на схилах південної, південно-східної та східної експозицій за умови наявності лесових відкладів потужністю не менше 1,5-2,0 м. Водночас залуження доцільніше проводити на північних, північно-західних та західних схилах, де трав'яна рослинність забезпечує найкращий протиерозійний ефект.

Серед усіх техногенних ландшафтів особливу увагу дослідників привертають кар'єри та відвали. Зростання обсягів видобування корисних копалин у світі супроводжується постійним збільшенням площ земель, вилучених із природного користування. Найбільші зміни спостерігаються при відкритому способі розробки родовищ, коли утворюються кар'єрно-відвальні комплекси зі складною структурою рельєфу. Масштаби таких перетворень можуть бути надзвичайно значними. Наприклад, під час підготовки Михайлівського та Лебединського кар'єрів Курської магнітної аномалії було переміщено близько 170 млн м³ гірських порід.

Оцінюючи вплив кар'єрів на навколишнє середовище, Ф. М. Мільков у 1968 році образно порівнював свіжі відвали з індустріальними пустелями, які різко контрастують із навколишніми природними ландшафтами. Відсутність рослинності, активне пиловиділення та незвичний рельєф формують специфічний вигляд таких територій, що суттєво відрізняється від природних екосистем [3-5, 16, 22].

На думку Ф. М. Мількова, кар'єрно-відвальні комплекси можуть перебувати на різних стадіях розвитку, що відображається у характері рослинного покриву. Наймолодші відвали практично позбавлені рослинності або вкриті незначною кількістю видів через несприятливі властивості субстрату. У міру природного заростання формуються пустищні комплекси з переважанням бур'янових, лучно-степових і чагарникових угруповань. На окремих територіях виникають озерно-горбисті комплекси зі строкатим

рослинним покривом та значною кількістю водойм. Зрілі стадії розвитку представлені лісовими фітоценозами, де домінують соснові, березові або осикові насадження. Окрему групу становлять кар'єри з видобутку щільних гірських порід, для яких характерні кам'янисті поверхні з дуже розрідженою рослинністю. У місцях колишнього видобутку торфу формуються специфічні торф'яно-кар'єрні комплекси з надмірним зволоженням та переважанням болотної рослинності.

Основною метою фітомеліорації кар'єрів є створення стійкого рослинного покриву на територіях, де внаслідок видобування були повністю або частково зруйновані природні екосистеми. Такі території часто характеризуються порушенням структури ґрунтового покриву, зміною гідрологічного режиму, розвитком дефляційних процесів та формуванням стихійних звалищ, що додатково ускладнює їх відновлення.

Під час рекультивації кар'єрів враховують особливості способу видобування. При сухому вийманні нижня межа розробки не досягає рівня ґрунтових вод, тому вироблений простір залишається незатопленим. Водночас випадкове розкриття водоносних горизонтів може спричиняти заболочування дна кар'єру. Незважаючи на складність подальшої рекультивації таких ділянок, вони можуть набувати цінності як місця існування земноводних та інших вологолюбних організмів [3, 24-25].

Для запобігання небажаним наслідкам рекомендується зберігати відстань між рівнем ґрунтових вод і дном кар'єру не менше 1 м. Після завершення видобувних робіт проводиться технічна рекультивація, яка включає планування поверхні, розпушування порід на глибину до 50 см та нанесення родючого шару ґрунту. Для покращення повітрообміну дну кар'єру часто надають незначного нахилу в напрямку долини. Якщо площа підготовленої території перевищує 2 га, її можна використовувати для сільськогосподарського виробництва, тоді як менші за площею ділянки зазвичай рекомендують заліснювати.

Одним із найбільш складних етапів рекультивації земель, порушених унаслідок сухої розробки кар'єрів, є формування стійких та функціонально придатних схилів. На думку Х. Пойкера, ефективне вирішення цього питання можливе за рахунок двох основних підходів, вибір яких залежить від подальшого напрямку використання відновленої території.

Перший підхід передбачає створення плавного переходу між рекультивованою ділянкою та навколишнім ландшафтом. У такому випадку схили формують максимально пологими, що дає можливість включити їх до складу сільськогосподарських угідь і використовувати нарівні з прилеглими територіями. Для забезпечення безпечної експлуатації та зменшення ризику ерозійних процесів рекомендована крутизна таких схилів не повинна перевищувати співвідношення 1:5, що відповідає нахилу близько 20 % (рис. 1.1).

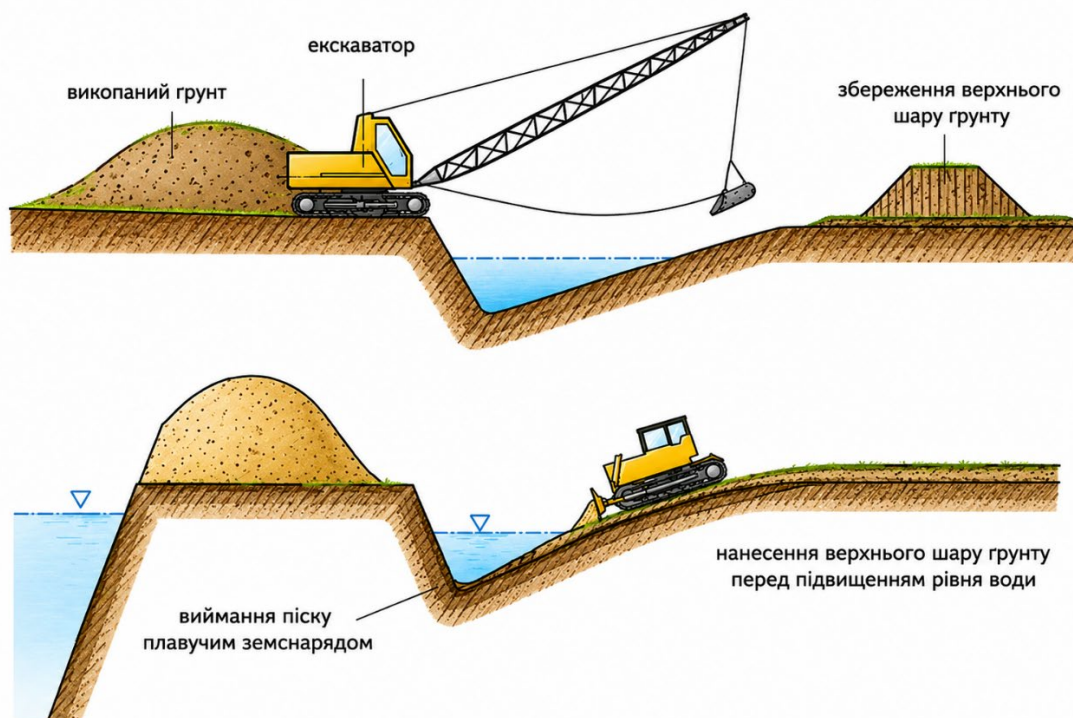


Рисунок 1.1 – Формування похилих берегових схилів кар'єру

Інший варіант застосовується у випадках, коли рекультивована поверхня суттєво відрізняється за висотними відмітками від навколишньої місцевості. За таких умов доцільним є створення більш крутих схилів із подальшим

використанням їх для лісомеліоративних насаджень. Оптимальним вважається співвідношення 1:2, що відповідає нахилу приблизно 50 %. Водночас максимальна крутизна не повинна перевищувати 1:1,5 або 66,7 %, оскільки це може негативно впливати на стійкість схилів та ускладнювати їх подальше освоєння (рис. 1.2).

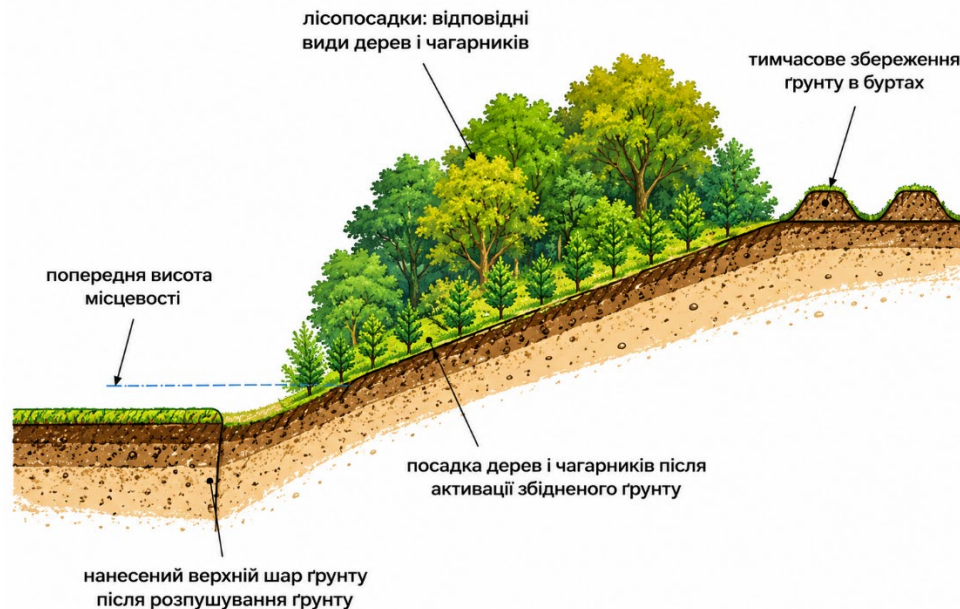


Рисунок 1.2-. Облаштування кар'єру після сухої виїмки ґрунту

При значній глибині кар'єрних виробок схили додатково облаштовують системою терас. Через кожні 5-7 м по висоті створюють уступи шириною близько 2 м із незначним нахилом у бік верхньої частини схилу. Таке інженерне рішення дозволяє зменшити інтенсивність поверхневого стоку та уповільнити розвиток ерозійних процесів. Крім того, тераси виконують практичну функцію, забезпечуючи доступ до насаджень під час проведення доглядових робіт та моніторингу їхнього стану (рис. 1.3).

Створення деревно-чагарникової рослинності на рекультивованих схилах має комплексне значення. Окрім закріплення поверхні та активізації процесів ґрунтоутворення, такі насадження позитивно впливають на мікроклімат прилеглих територій. Вони сприяють зменшенню швидкості вітру, покращують водний режим, знижують ризик розвитку ерозії та

створюють більш сприятливі умови для використання сусідніх сільськогосподарських земель [1-5, 20-25].

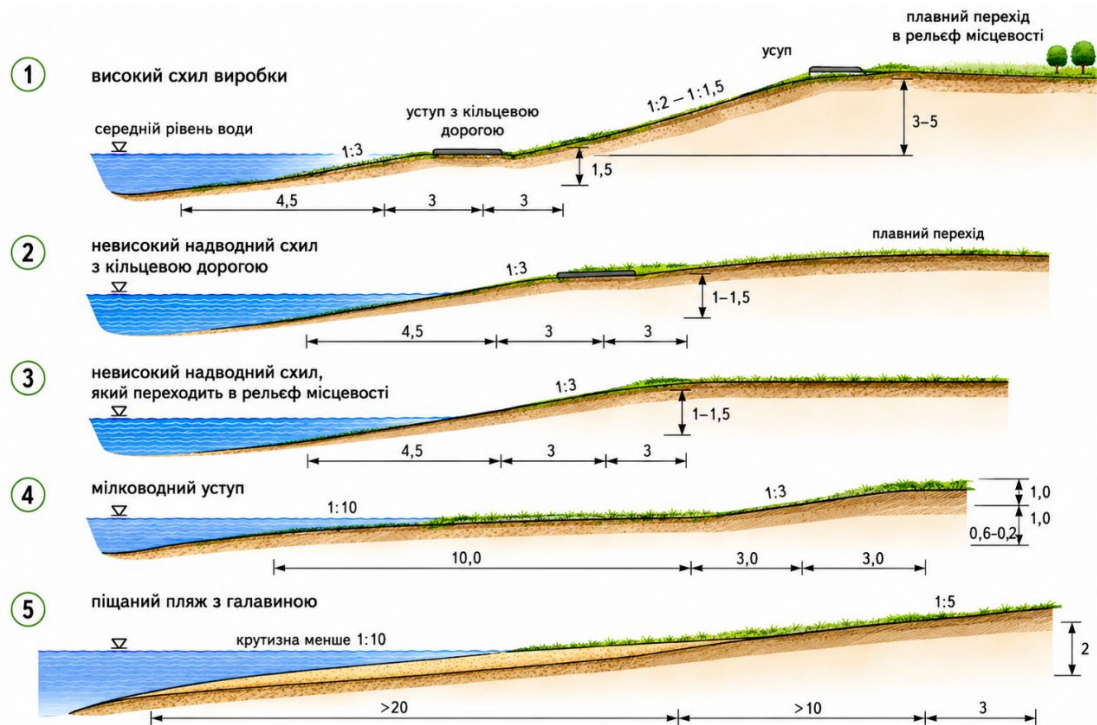


Рисунок 1.3 - Профілі схилів штучних водойм кар'єрів

Під час проведення лісогосподарської рекультивації кар'єрів важливо уникати створення одновидових насаджень, оскільки такі фітоценози часто характеризуються меншою стійкістю до несприятливих природних факторів. Значно кращі результати демонструють змішані насадження, у яких різні деревні та чагарникові види взаємно доповнюють один одного та формують більш стабільні екосистеми. Практичне підтвердження цього можна спостерігати на прикладі озеленення колишніх глиняних кар'єрів на території гори Високий Замок у Львові. Тут у 20-30-х роках XIX століття було створено переважно смерекові насадження. Проте поверхнева коренева система смереки виявилася недостатньо пристосованою до специфічних умов кар'єрного рельєфу, внаслідок чого під час сильної бурі 1890 року більшість хвойних дерев була повалена разом із корінням.

Для підвищення біологічної стійкості насаджень особливу увагу приділяють формуванню узлісь. Як правило, для цього використовують дерева

другої та третьої величини у поєднанні з чагарниковими видами, які виконують захисну функцію та сприяють поступовому переходу між відкритими територіями і лісовими ділянками.

Окрему групу рекультиваційних об'єктів становлять кар'єри, що утворюються внаслідок так званого мокрого виймання корисних копалин. Такі виробки виникають під час видобутку піску або гравію нижче рівня ґрунтових вод і після завершення експлуатації зазвичай заповнюються водою. У результаті формуються штучні водойми, які на початкових етапах мають ознаки оліготрофних озер із відносно низьким вмістом поживних речовин.

У подальшому розвиток водної екосистеми супроводжується поступовим накопиченням органічної речовини внаслідок життєдіяльності та відмирання рослинних і тваринних організмів. За відсутності належного контролю це може призвести до прискореного евтрофування водойми, тобто до надмірного збагачення її біогенними елементами. Для забезпечення довготривалої екологічної стабільності таких об'єктів необхідно обмежувати надходження поживних речовин із прилеглих територій, підтримувати достатню глибину водойми та формувати значну площу водного дзеркала. Найбільш сприятливими вважаються водойми з глибиною понад 10 м, оскільки вони є більш стійкими до перегрівання та заростання.

Під час проєктування рекультивованих водойм важливо враховувати не лише екологічні, а й ландшафтно-рекреаційні аспекти. З метою безпечного використання території необхідно формувати відносно рівне дно без різких перепадів висот, що особливо важливо для майбутнього відпочинку населення. Для забезпечення тривалого існування водойми її глибина повинна становити не менше 2 м, а сама водойма має бути захищена від зовнішніх джерел забруднення. Оптимальною вважається площа кар'єру до 3 га.

Важливим елементом рекультивації є також формування берегової лінії. Для підвищення естетичної цінності ландшафту та покращення умов функціонування водної екосистеми рекомендується створювати плавні обриси берегів, уникати різких кутів і забезпечувати поступовий перехід між водною

поверхнею та прилеглими ділянками. Пологі схили не лише покращують зовнішній вигляд водойми, але й сприяють розвитку прибережної рослинності та підвищують безпеку її експлуатації.

Таким чином, територія, яка внаслідок видобувної діяльності втратила природний вигляд і стала джерелом екологічних проблем, після проведення комплексу рекультиваційних та озеленувальних заходів може перетворитися на повноцінний елемент природного ландшафту, придатний як для виконання екосистемних функцій, так і для рекреаційного використання (рис. 1.4).

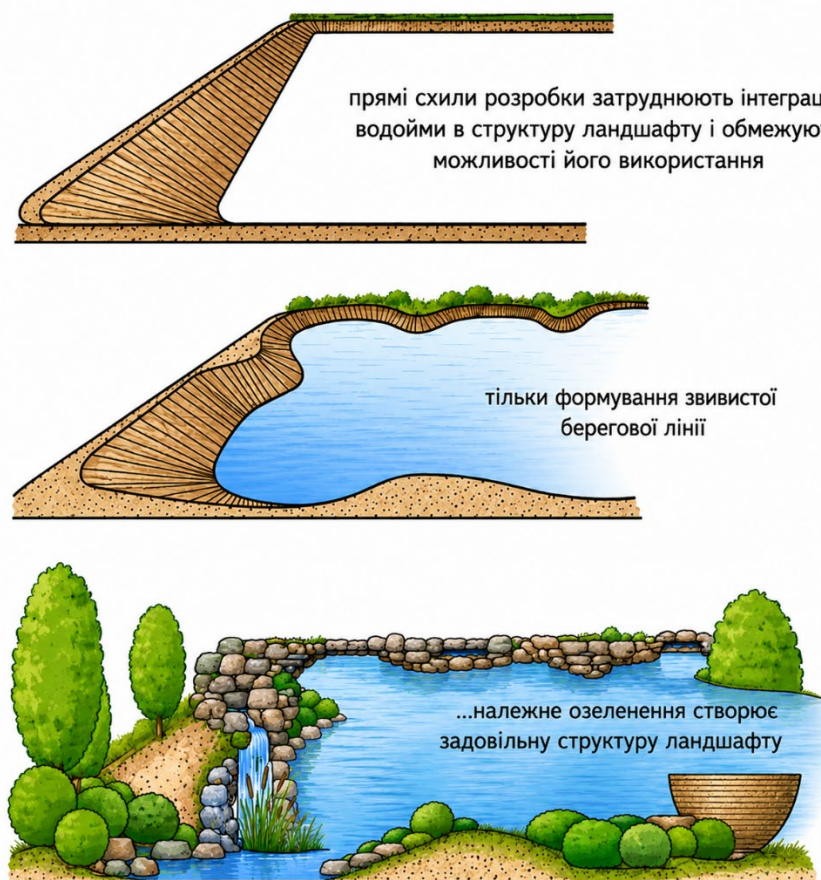


Рисунок 1.4 - Облаштування штучних водойм у кар'єрах

Під час рекультивації кар'єрів, заповнених водою, важливе значення має формування прибережно-водної рослинності. На думку Х. Пойкера, найефективнішим підходом є відтворення природної структури рослинних угруповань, характерних для природних водойм. Такий принцип дозволяє створити більш стійку екосистему та забезпечити поступове формування

рослинного покриття відповідно до умов зволоження різних ділянок берегової зони (рис. 1.5).

У межах штучних водойм під впливом водного режиму та особливостей берегового рельєфу формуються декілька зон, які відрізняються ступенем зволоження і, відповідно, умовами існування рослин. Найнижче положення займає підводна частина водойми, де поверхня ґрунту постійно перебуває під шаром води. У таких умовах можуть розвиватися лише види, пристосовані до тривалого затоплення [1-5, 17-20].

Вище розташовується зона змінного зволоження, яка періодично затоплюється або зазнає впливу хвиль. Коливання рівня води створюють нестабільні умови для розвитку рослинності, тому тут формуються угруповання видів, здатних витримувати чергування надмірного зволоження та тимчасового підсихання субстрату.

Наступна смуга охоплює території, які вже не зазнають безпосереднього впливу хвильового режиму, однак залишаються пов'язаними з водним об'єктом через близьке залягання ґрунтових вод. Рослини в цій зоні забезпечуються вологою переважно за рахунок підземного водопостачання, що створює сприятливі умови для розвитку гігрофільної та мезофільної рослинності.

Найвіддаленіше від урізу води розташована ділянка, де рівень ґрунтових вод залягає на значній глибині та практично не впливає на ріст рослин. Тут основним джерелом вологи є атмосферні опади, а рослинний покрив формується переважно видами, пристосованими до більш сухих умов існування.

Таким чином, прибережна зона штучного озера має чітко виражену просторову диференціацію за умовами зволоження. Саме ця особливість визначає закономірності розміщення рослинності та повинна враховуватися під час проведення фітомеліоративних заходів і створення стійких прибережних фітоценозів (рис. 1.5).

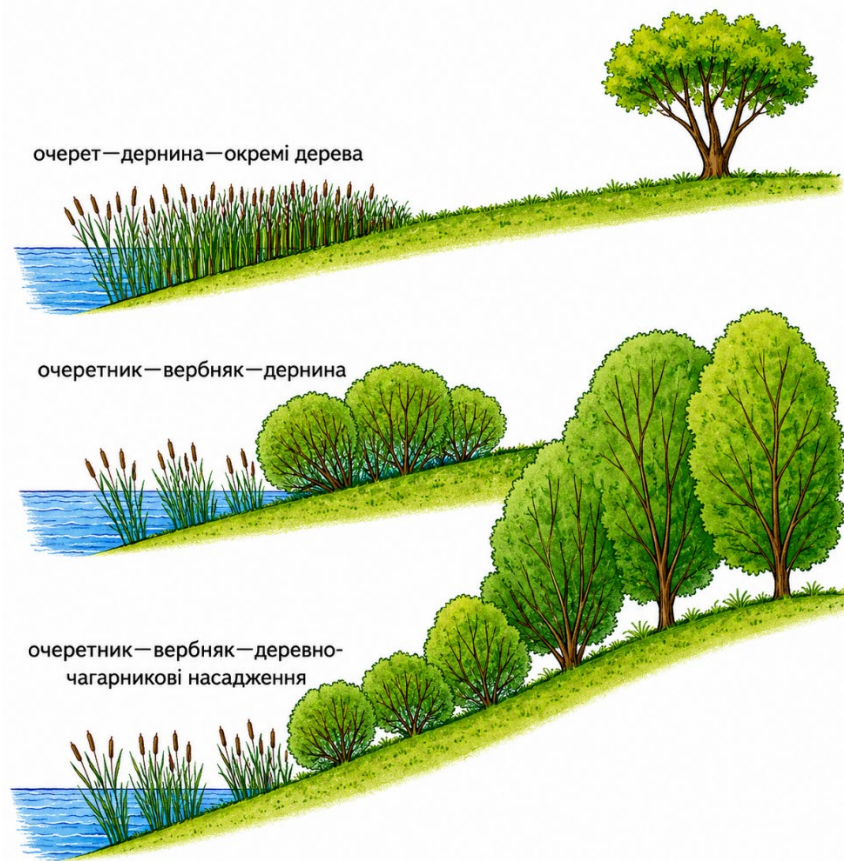


Рисунок 1.5 - Прибережна рослинність штучних водойм

Ефективність формування рослинного покриву в прибережній зоні штучних водойм значною мірою залежить від особливостей ґрунтових умов і гідрологічного режиму кожного з поясів. Ступінь впливу ґрунту на розвиток рослинності є неоднаковим у різних частинах берегової смуги. Якщо в надводних зонах саме властивості субстрату часто визначають вибір рослинних видів, то в підводній частині водойми цей фактор має другорядне значення. Багато водних рослин здатні існувати без міцного закріплення у донних відкладах, отримуючи необхідні для розвитку речовини безпосередньо з водного середовища.

Формування підводного поясу зазвичай розпочинають із висаджування водних рослин на глибинах від 1 до 2 м. Для цього використовують пучки рослин із грудкою ґрунту, які закріплюють на дні за допомогою каміння. Після адаптації висаджених видів відбувається поступове природне заселення

водойми іншими представниками водної флори. У результаті формується стійке рослинне угруповання, характерне для певного типу водойми.

Наступним елементом прибережної зони є очеретяний пояс, який виконує важливу захисну функцію. Саме ця смуга першою сприймає вплив хвиль та коливань рівня води, тому рослинність тут повинна бути достатньо стійкою до механічного навантаження. Початкове закладання очеретяних заростей здійснюють уздовж берегової лінії, після чого рослини поступово поширюються природним шляхом. Ширина такого поясу значною мірою залежить від конфігурації берегів: на пологих схилах формуються широкі очеретяні смуги, тоді як на крутих відкосах вони залишаються вузькими.

Для підвищення стійкості берегової лінії поряд з очеретом використовують інші вологолюбні види, зокрема комиш озерний, рогіз вузьколистий, аїр звичайний, а також різні види осок, серед яких найчастіше застосовують осоку струнку та осоку високу. За умови стабільного рівня води додаткове укріплення берегів може здійснюватися за допомогою фашинних конструкцій (рис. 1.6).

Важливе місце у структурі прибережних насаджень займає пояс вербової рослинності. Його створюють на ділянках, де необхідно забезпечити швидке зміцнення берегів і знизити руйнівну дію хвиль та вітру. Високу ефективність у таких умовах демонструють верби, висаджені щільними групами. Додатковий захисний ефект забезпечує використання вербової лози у вигляді хворостяних настилів, які легко вкорінюються та швидко утворюють густі зарості.

Найвище положення займає дерево-чагарниковий пояс, який закладають на певній відстані від середньої лінії урізу води. Його основне призначення полягає не лише у формуванні завершеного вигляду ландшафту, а й у створенні сприятливих умов для функціонування всієї прибережної екосистеми.

Успішний розвиток деревної та чагарникової рослинності значною мірою залежить від підготовки території. Для цього здійснюють

виположування схилів, покращують властивості субстрату шляхом внесення добрив, а також використовують бобові культури, які сприяють накопиченню органічної речовини та азоту в ґрунті. З метою прискорення процесів обліснення часто застосовують загущені посадки із включенням колючих чагарників, таких як глід, терен і шипшина. Такі рослини не лише швидко освоюють територію, а й виконують захисну функцію, створюючи сприятливі умови для подальшого формування стійких рослинних угруповань.

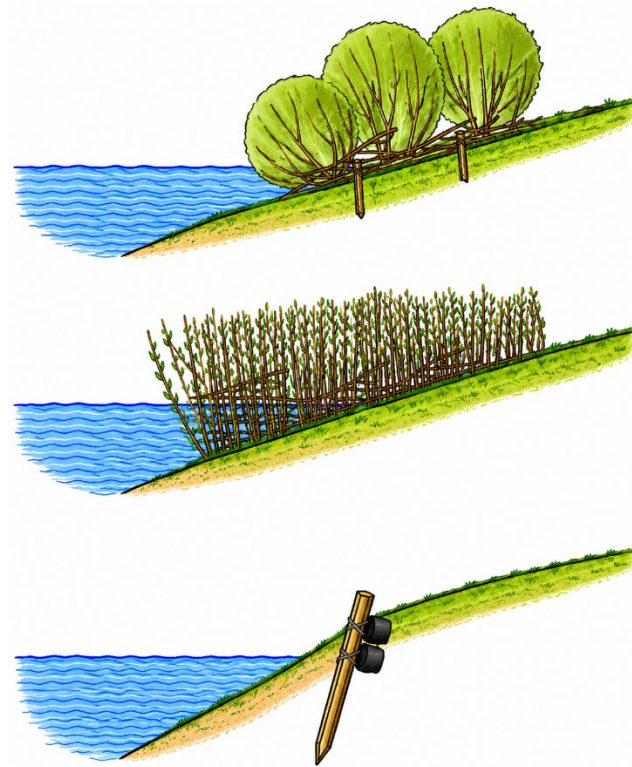


Рисунок 1.6 - Види фашин

Відвали є одним із найпоширеніших різновидів техногенних форм рельєфу, що виникають у результаті гірничодобувної діяльності. Їх поява супроводжується не лише зміною зовнішнього вигляду території, а й суттєвим порушенням природних процесів. Насамперед це проявляється у зміні водного режиму місцевості, погіршенні якості ґрунтових вод, порушенні циркуляції повітряних мас та зниженні здатності екосистем до природного самовідновлення. Додатковим негативним чинником є вивітрювання та змивання частинок породи, внаслідок чого продукти руйнування відвалів

можуть потрапляти до навколишнього середовища. Крім екологічних наслідків, такі об'єкти часто негативно впливають на естетичне сприйняття ландшафту, порушуючи його природну структуру.

Ефективність рекультивації значною мірою залежить від того, наскільки вдало відвал буде інтегрований у навколишній природний комплекс. Для цього необхідно ще на етапі проєктування правильно визначити місце його розташування, дотримуватися раціональних технологій експлуатації та сформувати оптимальну конфігурацію поверхні. Не менш важливим етапом є створення рослинного покриву, який забезпечує стабілізацію субстрату та покращує екологічний стан території (рис. 1.7, рис. 1.8).

Однією з головних передумов успішної рекультивації є збереження родючого шару ґрунту. Тому перед початком формування відвалів обов'язково здійснюють зняття верхніх ґрунтових горизонтів. При цьому доцільно вилучати не лише гумусовий шар, а й елювіальний горизонт, який містить значну кількість кореневих систем рослин і мікроорганізмів. Надалі цей матеріал використовується для створення сприятливих умов розвитку рослинності на рекультивованих ділянках [1-5].

Конфігурація відвалу має вирішальне значення для подальшого використання території. Саме форма насипу визначає характер майбутнього ландшафту, впливає на успішність озеленення та багато в чому обумовлює напрями господарського освоєння земель після завершення рекультиваційних робіт. Тому формування поверхні відвалів розглядається як один із ключових етапів відновлення порушених територій.

На практиці застосовують два основні способи формування відвальних масивів. Перший передбачає створення конусоподібних насипів із крутими схилами. Проте така форма має низку недоліків. Через значні відмінності умов зволоження та освітлення на різних частинах схилу виникає необхідність використання різноманітного асортименту рослин. Верхня частина конуса зазвичай швидко пересихає під впливом вітру та сонячної радіації, що

погіршує умови для росту рослин. Крім того, круті схили є більш вразливими до розвитку водної та вітрової ерозії.

Більш сприятливими для проведення фітомеліоративних заходів вважаються терасовані відвали. Формування поверхні у вигляді столової або терасованої гори створює кращі умови для закріплення рослинності, накопичення вологи та проведення доглядових робіт. Особливе значення при цьому має правильний вибір крутизни схилів, оскільки саме від неї залежить стійкість відвалу, інтенсивність ерозійних процесів і можливість подальшого використання території.

Таким чином, успішність фітомеліорації відвалів визначається комплексом взаємопов'язаних чинників: раціональним вибором місця розташування відвалу, збереженням родючого шару ґрунту, оптимальним формуванням рельєфу та створенням стійких рослинних угруповань. Лише поєднання цих заходів дозволяє поступово інтегрувати техногенний об'єкт у навколишній ландшафт і відновити його екологічні функції.

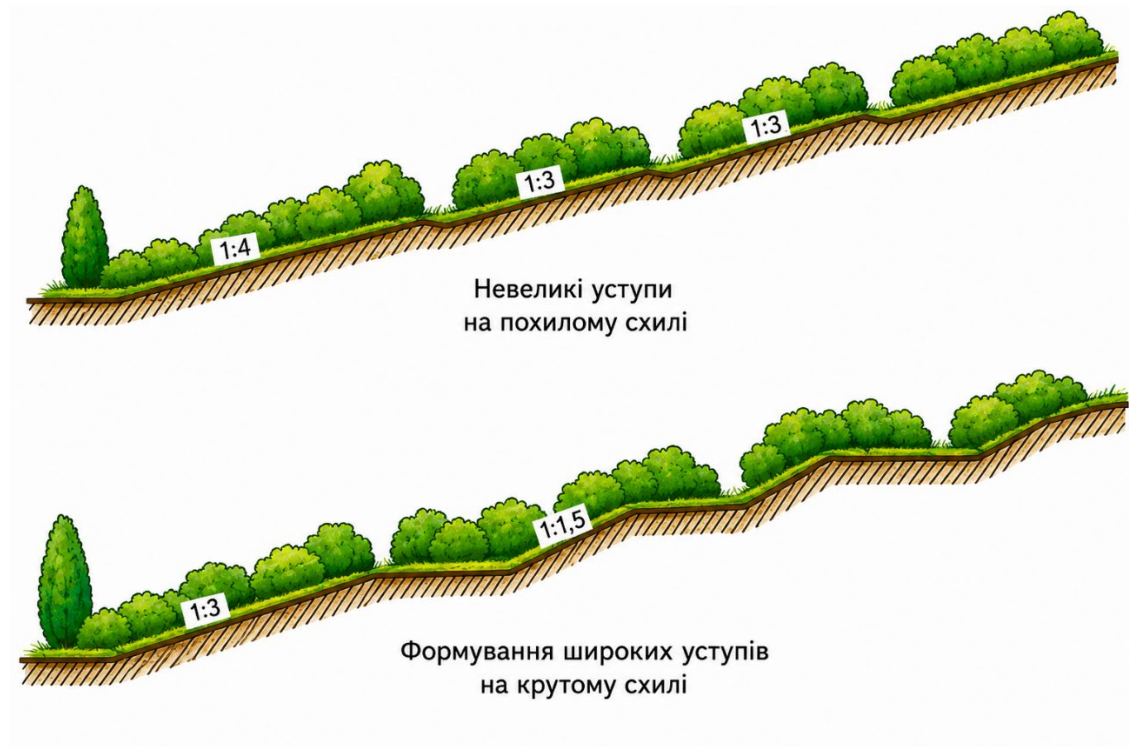


Рисунок 1.7 – Формування відвалу

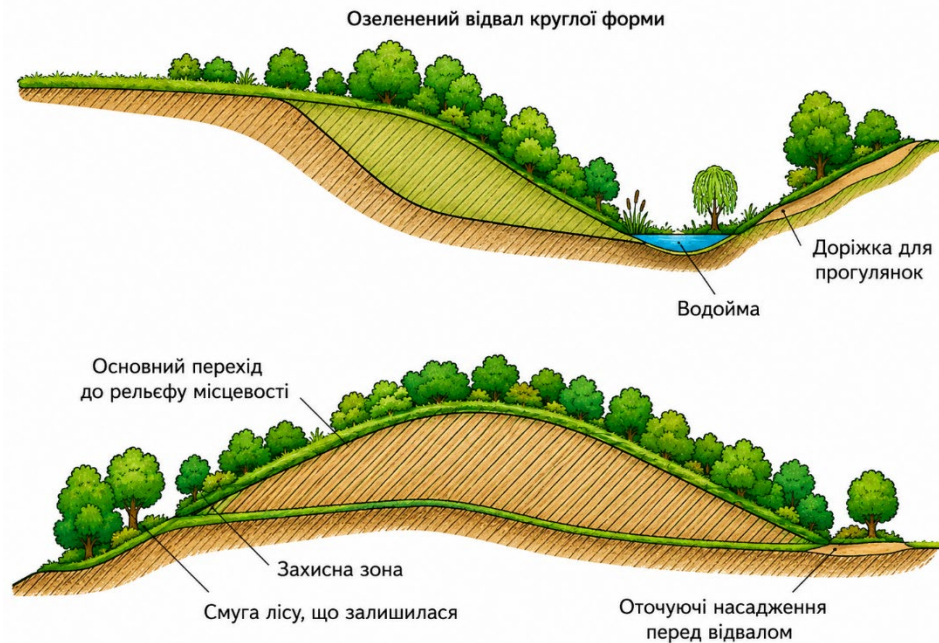


Рисунок 1.8 - Озеленення відвалу

Під час формування відвалів одним із найважливіших завдань є забезпечення стійкості схилів та створення умов для подальшого розвитку рослинності. Саме тому велике значення має правильний вибір крутизни укосів. Найбільш сприятливими для проведення фітомеліоративних заходів вважаються схили зі співвідношенням висоти до довжини 1:3, що відповідає нахилу близько 33,3 %. У деяких випадках допускається збільшення крутизни до співвідношення 1:1,5 (66,7 %), проте такі рішення потребують додаткових протиерозійних заходів. Для підвищення стійкості насипів та гармонійного включення їх у навколишній ландшафт доцільно також передбачати плавне заокруглення підніжжя відвалів [3-17].

Відновлення рослинного покриву на техногенно порушених територіях може відбуватися двома шляхами. Перший ґрунтується на природних сукцесійних процесах і передбачає самостійне заселення поверхні рослинністю без активного втручання людини. Другий підхід полягає у проведенні цілеспрямованих рекультиваційних заходів, що включають підготовку субстрату, висівання трав та створення деревно-чагарникових

насаджень. Відповідно, розрізняють екстенсивну та інтенсивну форми фітомеліорації.

Тривалість формування рослинного покриву значною мірою визначається властивостями субстрату, з якого складений відвал. На незасолених суглинках перші стійкі рослинні угруповання можуть сформуватися вже через 2–4 роки після проведення рекультиваційних робіт. Натомість на супіщаних субстратах цей процес є значно тривалішим і зазвичай потребує 8–10 років. За умов природного самозаростання відновлення рослинності відбувається ще повільніше. Формування зрілих різнотравно-злакових фітоценозів у такому випадку може тривати від 15 до 20 років.

Можливість створення лісових насаджень на відвалах безпосередньо залежить від властивостей ґрунтів і гірських порід, що виходять на поверхню після проведення планувальних робіт. Вирішальними показниками при оцінці придатності території для заліснення є рівень родючості субстрату та його забезпеченість вологою. Саме ці характеристики визначають успішність росту деревних рослин і перспективи подальшого формування стійких лісових екосистем.

За рівнем родючості відвальні субстрати поділяють на три групи. До першої належать відносно багаті ґрунти, які характеризуються найбільш сприятливими умовами для розвитку рослинності. Другу групу становлять субстрати із середнім рівнем забезпечення поживними речовинами, тоді як третя об'єднує бідні ґрунти з обмеженими можливостями для росту деревних порід.

До першого класу лісопридатності відносять переважно незволожені лесовидні суглинки, які широко поширені в умовах Степу та Лісостепу. Другий клас представлений глауконітовими легкими суглинками, староалювіальними глинами, червоно-бурими моренними суглинками, а також строкатобарвними супісками й неогеновими глинами. Найменш сприятливими для заліснення є староалювіальні та глауконітові піски, які відносять до третього класу лісопридатності.

Для систематизації умов місцезростання на відвалах В.М. Данько, А.Е. Вербін і В.Я. Жаромський у 1982 році запропонували систему індексації, згідно з якою кожному типу екотопу присвоюється відповідний цифровий індекс (табл. 1.4). У цій системі римські цифри використовують для позначення класу лісопридатності, тоді як арабські характеризують рівень зволоження території, тобто її гігротоп [1-5].

Після того як на відвалі формується лісове середовище і починають проявлятися характерні ознаки лісорослинних умов, оцінювання території проводять за едафічною сіткою Алексєєва–Погребняка. Отримані результати використовують для підбору асортименту деревних і чагарникових порід, які найбільшою мірою відповідають конкретним умовам місцезростання (табл. 1.4). Такий підхід дозволяє підвищити приживлюваність насаджень, прискорити формування стійких фітоценозів та забезпечити ефективне відновлення екологічних функцій техногенно порушених земель.

Таблиця 1.3 - Класифікація лісопридатності пласких поверхонь відвалів

Гігротоп	Класи родючості ґрунту		
	III	II	I
	бідні	відносно бідні	відносно багаті
Сухі	III1	II1	I1
Свіжі	III2	II2	I2
Вологі	III3	II3	I3
Сирі	III4	II4	I4
Мокрі	III5	II5	I5

Таблиця 1.4 - Асортимент деревних і чагарникових порід для заліснення відвалів

Породи	Типи умов місцезростання			
	Правобережний Лісостеп	Правобережний Степ	Південне Полісся	Донбас
1	2	3	4	5
А. Придатні породи				
Хвойні:				
Сосна звичайна	I-III-2	I-III-2	III-II2-3	I,II-III1-3
Сосна чорна	II-2	II-2	-	I-II1-3
Сосна кримська	II-2	II-2	-	I-II1-3
Ялина звичайна	II2-3	-	-	-

Ялівець віргінський	-	II-2	-	-
Модрина сибірська	II2-3	-	-	-
Листяні:				
Біла акація	I-III-3	I-III-3	II2-3	I-II1-3
Береза повисла	I-III-3	I-III-3	II-III1-3	I-III-3
В'яз пірчастогіллястий	-	-	-	I-II1-2
Дуб звичайний	I-II2-3	-	-	-
Дуб північний	II2-3	-	-	-
Євроамериканські тополі	I-II2-3	I-II2-3	-	I2-3
Верба біла	I-III-4	I-III-4	III-4	I3-4
Вільха сіра	I-III-5	-	II-III1-4	-
Вільха чорна	I-III-5	I-III-5	II-III1-5	II-5
Тополя чорна	-	I-II2-3	-	I2-3
Ясен зелений	II-2	II-2	-	II-2
Чагарники:				
Акація жовта	I-III-3	I-III-3	III-3	II-3
Лох вузьколистий	I-III-3	I-III-3	-	II-2
Обліпіха	I-III-3	I-III-3	-	I-II1-3
Спірея калинолиста	I-III-3	-	-	-
Шипшина собача	I-III-3	-	-	-
Верба козяча	I-III-4	I-III-3	II2-4	-
Б. Відносно придатні породи				
Листяні:				-
Груша звичайна	II-3	-	-	II-2
Граб звичайний	I-III-3	-	-	-
Клен гостролистий	-	-	-	I2-3
Ліщина звичайна	I2-3	-	-	I2-3
Липа дрібнолиста	I-III-3	II-2	-	II-2
Липа крупнолиста	I-III-2	-	-	-
Горобина звичайна	I-III-3	-	II-3	II-3
Яблуня лісова	II-3	-	II2-3	II-2
Чагарники:				
Бірючина звичайна	I-III-3	II-2	-	-
Вишня войлочна	I-III-2	-	-	II-2
Бузина червона	-	-	-	II-2
Жимолость татарська	I-III-3	I-III-3	-	II-2
Калина звичайна	III-3	-	-	-

Аналізуючи процеси природного заростання відвалів, Х. Пойкер (1987) зазначав, що формування рослинного покриву на техногенно порушених

територіях відбувається поступово та характеризується послідовною зміною рослинних угруповань. Така зміна є проявом сукцесійних процесів, у ході яких нестійкі первинні фітоценози поступово заміщуються більш складними та стабільними екосистемами.

Початковий етап освоєння відвальних поверхонь пов'язаний із появою перших вищих рослин на відкритих субстратах. На цій стадії окремі види ще не створюють щільного рослинного покриву та практично не взаємодіють між собою через конкуренцію за ресурси. Основним завданням таких рослин є закріплення поверхні субстрату та створення передумов для подальшого розвитку рослинності.

У міру накопичення органічної речовини та покращення властивостей субстрату розпочинається етап активного поширення так званих авангардних видів. Переважають однорічні та багаторічні трав'янисті рослини, які швидко освоюють вільні площі та сприяють подальшому ґрунтоутворенню. Саме на цій стадії формується основа для появи більш вимогливих видів рослин.

Подальший розвиток сукцесії супроводжується поступовим проникненням на відвали чагарникової та деревної рослинності. Завдяки потужнішій кореневій системі ці рослини забезпечують додаткове закріплення субстрату, покращують водний режим території та створюють специфічний мікроклімат. З часом роль деревних видів зростає, а трав'янисті угруповання відходять на другий план.

Завершальною стадією розвитку рослинного покриву вважається формування деревостанів, які характеризуються відносною стабільністю та найбільшою наближеністю до природних екосистем регіону. Саме цей етап розглядається як кінцевий результат фітомеліоративного освоєння більшості відвальних територій.

Разом із тим послідовність розвитку рослинності не завжди відповідає наведеній схемі. Перебіг сукцесій значною мірою залежить від властивостей субстрату, рівня зволоження та інших екологічних чинників. Наприклад, на бідних піщаних відкладах часто не формується суцільний трав'яний покрив,

оскільки вже на ранніх стадіях територію починають освоювати деревні та чагарникові види-піонери. У результаті окремі етапи розвитку можуть скорочуватися або навіть випадати із загальної схеми [1-3, 15-20].

Під час проведення активної фітомеліорації важливо враховувати закономірності природних сукцесій та спрямовувати їх у бажаному напрямі. Завдання рекультиваційних заходів полягає не лише у висаджуванні рослин, а й у прискоренні природних процесів формування стійких фітоценозів. Для цього використовують спеціально підібраний асортимент деревних і чагарникових видів.

Особливу роль у створенні насаджень відіграють авангардні деревні та чагарникові рослини, які характеризуються швидким ростом і високою пристосованістю до несприятливих умов. Зазвичай їх рівномірно розміщують на території групами або рядами. Частка таких видів у складі насаджень становить близько 25 %, що дозволяє створити сприятливі умови для подальшого розвитку основних лісоутворюючих порід.

Основні деревні та чагарникові види висаджують окремими групами, до складу яких входить не менше десяти саджанців одного виду. Такий спосіб розміщення забезпечує кращу приживлюваність рослин, підвищує їх конкурентоспроможність та сприяє формуванню більш стійких і довговічних рослинних угруповань на рекультивованих територіях [1-5, 15-23].

РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ

2.1 Рельєф місцевості

ТОВ Рибальський гранітний кар'єр розробляє Рибальське родовище мігматитів. Розташований біля злиття р. Дніпро і Самара. На відстані 1,5 км на південь розташоване сел. Червоноармійське. Знаходиться на території Дніпровського району, міста Дніпро. Найближча залізнодорожна станція Ігрень Придніпровської залізної дороги розташована в 3 км від родовища. В 200 м від родовища прокладена залізнична гілка і асфальтове шосе, які пов'язують Придніпровську ГРЕС з Придніпровською залізною дорогою і м. Дніпро.



Рисунок 2.1 – Рибальський кар'єр.

Рельєф місцевості розташування Рибальського кар'єру являє собою хвилясту рівнину, пересічену долинами річки Дніпро та її приток. Зі сходу Рибальський кар'єр оточений похилим рельєфом, стік поверхневих вод з боку рельєфу досягає значних масштабів. Південна сторона визначена межами земельного відводу і небезпечної зони гірничого цеху. Рибальське родовище гранітів розташоване на ділянці з плоскою поверхнею, яка полого знижується в південно-західному напрямку. Південно-західна частина ділянки поріzana ярами протяжністю 200-900 м і глибиною до 25 м, абсолютна відмітка поверхні становить – на південному заході - 51,8м, на північному сході - 113,7 м.

До складу комплексу Рибальського гранітного кар'єру входить кар'єр довжиною 900 і шириною 650 м, відвал розкривних порід довжиною 550 і шириною 350 м з максимальною абсолютною відміткою верхньої робочої площадки 117,6 м; дробильно-сортувальний завод, склади готової продукції, відстійники загальною площею 6,2 га. Загальна площа гірничого відводу під Рибальський гранітний комплекс становить 115,6 га.

У даний час кар'єр розкритий на глибину 117м. Висота розроблених уступів становить 12-15м. В процесі експлуатації кар'єра три верхніх розкривних горизонти поставлені в граничне положення і відсипка відвалу зупинена. Поверхня і укоси відвалу частково рекультивовані лісонасадженнями, які перешкоджають процесам пиління [1-5, 15-17, 20-25].

2.2 Ґрунтові умови

Рибальське родовище розташоване в межах Придніпровського мегаблоку Українського щита і приурочене до Дніпровського комплексу ультраметаморфічних порід архею. В геологічній будові родовища беруть

участь продукти їх вивітрювання палеозой–кайнозойського віку і кайнозойські осадові породи, представлені пісками, глинами і суглинками.

Кайнозойські осадові породи і кора вивітрювання кристалічних порід має невелике поширення на площі родовища з-за їх злиття в ході виробництва гірських робіт і збереглися вони на східній, південній та західній периферії родовища.

Найбільше поширення має ґрунтово-рослинний шар, суглинки, глини і піски. Пухкі відклади збільшують потужності в східному напрямку і різке зростання у вузькій зоні в південно-західній частині родовища.

Корисна копалина характеризується інтенсивною тріщинуватістю. На 50 % площі запаси корисних копалин розкриті чинним кар'єром.

У безпосередній близькості від кар'єру на лівому березі р. Дніпро в південно-східній його частині до меж СЗЗ (санітарно-захисна зона) кар'єра примикають сільськогосподарські землі села Чаплі, Дніпровського району. Земельні угіддя, в основному рілля, використовуються для вирощування сільськогосподарських зернових, овочевих і технічних культур. Є так само і садові ділянки. Ґрунтовий покрив зазначених земель представлений чорноземами малогумусними, середніми і легкосуглинистими видами з їх слабкими середньозмитими різновидами.

Верхній гумусний горизонт в незмитих чорноземах становить 37-38 см, змитих не чорноземах, які розташовані на схилах під ухилом 3-7°, він дорівнює 15-30 см. В орному шарі вміст гумусу в середньому становить 2,5% з коливаннями від 1,7 до 3,5 %. За останні 35 років вміст гумусу в орному шарі зменшився на 0,3-0,4 % внаслідок мінералізації органіки і ерозії, а також недостатнє внесення органічних і мінеральних добрив. В силу цього, ґрунти цього району мають середній вміст рухомого азоту і калію, відповідно, 2 мг і 8 мг на 100 г ґрунту і підвищений вміст рухомого фосфору 11-12 мг на 100 г ґрунту [1-5, 15-17, 20-25].



Рисунок 2.2 – Ґрунтовий покрив Рибальського кар'єра.

Оптимальні величини вмісту рухомих форм азоту, фосфору і калію відповідно дорівнюють 3,5 мг; 17,6 мг; 15,1 мг на 100 г ґрунту. За вмістом мікроелементів в орному шарі чорноземи містять: марганцю 25-30 мг/кг, кобальту 0,2-0,3 мг/кг, цинку 0,4-0,6 мг/кг, міді 0,3-0,5 мг/кг. Все це, за винятком цинку (низький вміст), свідчить про підвищений вміст мікроелементів у ґрунтах району, прилеглих до Рибальського кар'єру. Зазначені ґрунти мають середньо - та легкосуглинистий механічний склад з вмістом частинок фізичної глини 26,40%, у тому числі мулу, частинок 0,001 мм. - 19-25%.

Польова вологоємність середньо і легкосуглинистих чорноземів цих земель становить 21-23%, при цьому запас продуктивної вологи в шарі 0-100см складає 140-150 мм, вологість в'янення зернових культур спостерігається при 7% вологи в ґрунті.

На ділянках чорнозему, прилеглих до кар'єру, спостерігається ущільнення орного і підорного шарів внаслідок застосування важких комплексних тракторів при весняній обробці, а також підвищення рівня ґрунтових вод та підтоплення земель селища Чаплі і ділянок землі, що знаходяться в заплаві річки Дніпро і річки Шиянка [1-5, 15-17, 20-25].



Рисунок 2.3 – Ґрунти на схилах відвалу Рибальського кар'єра.

Таблиця 2.1 – Основні важкі метали, виявлені у ґрунтах відвалу Рибальського кар'єру, їх можливі джерела та екологічна небезпека

Елемент	Основні антропогенні джерела	Шляхи потрапляння до ґрунтового покриву	Характер впливу на довкілля
Cu (мідь)	Металургійні підприємства, машинобудівна галузь, транспортний комплекс, використання мідьвмісних добрив і пестицидів, гальванічні процеси, зварювальні роботи, спалювання палива	Осадження атмосферних викидів, надходження зі стічними водами та накопичення у твердих відходах	Токсична дія на живі організми при підвищених концентраціях
Zn (цинк)	Виробництво цементу та будівельних матеріалів, металургійна промисловість, транспорт, спалювання кам'яного вугілля	Атмосферне випадання, стічні води, промислові відходи	Характеризується накопичувальним (кумулятивним) токсичним ефектом

Cd (кадмій)	Виробництво акумуляторних батарей, металургійне виробництво, транспортна сфера, машинобудування	Атмосферні викиди, міграція зі стічними водами та фільтрами	Один із найбільш небезпечних високотоксичних важких металів
Hg (ртуть)	Металургійні процеси, коксохімічне виробництво, агломераційні фабрики, спалювання органічного палива, застосування окремих видів пестицидів	Потрапляння через атмосферні викиди, стічні води та промислові відходи	Високотоксичний елемент із вираженим негативним впливом на живі організми
Pb (свинець)	Металургійна промисловість, транспорт, машинобудування, використання бензинових двигунів	Надходження з атмосферними опадами та стічними водами	Високотоксичний елемент із канцерогенними властивостями

Вміст важких металів у ґрунтах земель району нижче ГДК і складає: кадмію - 0,1-0,2 мг/кг, свинцю 3-4 мг/кг, ртуті 0,03-0,04 мг/кг, радіоактивного цезію 0,01-0,05 кюрі/км², при ГДК – 3,0 мг; 20,0 мг; 2,1 мг/кг і 1,0 кюрі/км² відповідно.

Природне формування рослинного покриву на техногенно порушених територіях визначається комплексом взаємопов'язаних чинників. Вирішальне значення мають особливості рельєфу, експозиція схилів, фізико-хімічні характеристики субстратів, їх механічний склад, рівень мінералізації та забезпеченість поживними речовинами. Саме сукупність цих показників обумовлює ступінь придатності відвальних порід для заселення рослинами та подальшого розвитку фітоценозів [1-5, 15-17, 20-25].

2.3 Кліматичні умови

Територія дослідження розташована в межах зони помірно-континентального клімату, для якого характерні значні сезонні контрасти температури повітря. Кліматичні умови відзначаються порівняно м'якою зимою та тривалим теплим літнім періодом. Середньорічна температура повітря коливається від $+7^{\circ}\text{C}$ до $+9^{\circ}\text{C}$. Найнижчі температурні показники спостерігаються у січні, коли середньодобова температура становить від -4°C до -6°C . Найтеплішим місяцем є липень із середніми температурами в межах $+21^{\circ}\text{C}$ – $+23^{\circ}\text{C}$. Період зі сталими температурами вище $+10^{\circ}\text{C}$ триває близько 185 днів, що створює сприятливі умови для вегетації рослин.

Важливу роль у формуванні місцевих природних умов відіграє вітровий режим. Протягом року переважають повітряні потоки північного та північно-західного напрямків, тоді як у весняний період частіше спостерігаються східні та південно-східні вітри. У холодну пору року середня швидкість вітру досягає 5–5,5 м/с. За багаторічними спостереженнями, розподіл повторюваності напрямків вітру має такий вигляд: північний - 15 %, північно-східний - 13 %, південно-східний - 14 %, південний - 12 %, південно-західний - 10 % та західний - 10 %.

Режим сонячної радіації та хмарності також має виражену сезонність. Найбільш похмурими є зимові місяці, тоді як максимальна кількість ясних днів припадає на серпень. Річна сума атмосферних опадів становить у середньому 450–490 мм. Для території характерний літній максимум зволоження, на який припадає до 60 % річної кількості опадів. Найменше опадів випадає у лютому та жовтні, коли їх середньомісячна кількість зазвичай становить 30–35 мм.

Певний вплив на функціонування природних екосистем мають також особливі атмосферні явища. Упродовж року спостерігається від 40 до 60 днів

із туманами, причому найбільша їх кількість характерна для грудня, а найменша для червня. Середньорічна кількість днів з ожеледдю становить 14–17, переважно в січні та лютому. Грозова діяльність найбільш інтенсивна в літній період: у середньому реєструється 25–30 грозових днів на рік, а максимум припадає на червень і липень. Град є порівняно рідкісним явищем і відзначається, як правило, один або два рази на рік.

Зимовий період триває близько 3–3,5 місяців. Стійкий перехід середньодобової температури через 0 °C у бік від’ємних значень зазвичай відбувається в третій декаді листопада, тоді як стабільні морози встановлюються орієнтовно 5–7 грудня. Найнижчі температури спостерігаються в січні. Для зими характерні часті відлиги, кількість яких у середньому становить 6–8 випадків за сезон.

У холодний період року реєструється до 40 днів з опадами, а їх сумарна кількість досягає 100–110 мм. Формування стійкого снігового покриву відбувається переважно наприкінці грудня. Зберігається він до початку березня, хоча його потужність зазвичай невелика і в більшості випадків не перевищує 10–15 см. Такі кліматичні умови суттєво впливають на перебіг процесів ґрунтоутворення, природного заростання техногенних субстратів та ефективність проведення фітомеліоративних заходів [1-5, 15-17, 20-25].

РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження рослинного покриву техногенних екотопів здійснювали шляхом маршрутних польових обстежень із подальшим проведенням геоботанічних описів. Для визначення систематичної належності виявлених видів використовували спеціалізовані ботанічні видання: «Визначник рослин України», «Визначник вищих рослин України» та «Конспект флори південного сходу України».

Упродовж польового періоду було виконано 30 геоботанічних описів. Для забезпечення репрезентативності спостережень на досліджуваній території закладали пробні площі загальною площею 100 м². На вирівняних ділянках плато використовували квадратні майданчики розміром 10 × 10 м, які розташовували через кожні 100 м маршруту. На схилових поверхнях застосовували видовжені облікові ділянки розміром 5 × 20 м, що дозволяло краще врахувати неоднорідність рослинного покриву вздовж градієнта умов місцезростання.

Під час опису рослинності визначали видовий склад угруповань, частоту трапляння видів, щільність їх розміщення та ступінь покриття поверхні субстрату. Для проведення польових робіт використовували стандартний набір обладнання, до якого входили компас, планшет для польових записів, топографічні матеріали та креслярське приладдя.

Для кожного виду рослин фіксували низку показників, що характеризують його стан та роль у фітоценозі. Зокрема враховували назву виду, проективне покриття, фазу сезонного розвитку (бутонізація, цвітіння або

плодоношення), а також життєвий стан рослин. Останній оцінювали за інтенсивністю росту та наявністю ознак пригнічення.

Під час дослідження деревно-чагарникових угруповань додатково аналізували тип насадження, наявність підліску, особливості трав'яного ярусу та розвиток мохового покриву. Для характеристики деревостану визначали орієнтовну висоту дерев, діаметр стовбурів та їх вік. Такі показники дозволяють оцінити темпи формування насаджень і тривалість процесів відновлення рослинності на порушених територіях.

Одним із головних кількісних показників, що використовувався під час геоботанічного аналізу, було проективне покриття. Цей показник характеризує частину поверхні ґрунту, яку займають проекції надземних органів рослин. Величина проективного покриття відображає ступінь участі рослинності у формуванні фітоценозу та дозволяє оцінити рівень освоєння території рослинним покривом.

Залежно від об'єкта оцінювання розрізняють декілька різновидів цього показника. Загальне проективне покриття характеризує сумарну площу, зайняту всіма рослинами угруповання, і виражається у відсотках від площі облікової ділянки. Наприклад, показник 100 % свідчить про повне перекриття поверхні ґрунту рослинністю, тоді як за значення 20 % більша частина субстрату залишається відкритою.

Для окремих видів визначають видове проективне покриття, яке дає можливість оцінити їхню роль у структурі фітоценозу. Саме за цим показником встановлюють домінуючі види рослинного угруповання. У багатовидових ценозах іноді додатково аналізують часткове проективне покриття окремих екологічних або ценотичних груп рослин. У спеціальних дослідженнях може визначатися також індивідуальне покриття, що характеризує площу проекції надземної частини однієї рослини.

Основним способом оцінювання проективного покриття був окомірний метод. Для підвищення точності визначень попередньо проводили тренування з використанням спеціальних еталонних схем. Відомо, що під час візуальної

оцінки спостерігається тенденція до незначного завищення результатів, особливо в межах середніх значень покриття.

Для уточнення отриманих даних використовували сітку Л.Г. Раменського. Конструкція являє собою рамку з комірками фіксованої площі, через яку здійснюють візуальний облік співвідношення рослинних проекцій та відкритої поверхні. За результатами серії вимірювань розраховували середній показник проективного покриття для кожної пробної площі.

Під час статистичної обробки матеріалів застосовували шкалу Б.М. Міркіна, яка передбачає переведення відсоткових значень проективного покриття у бальну систему:

менше 1 % – позначка «+»; 1–5 % – 1 бал; 6–15 % – 2 бали; 16–25 % – 3 бали; 26–50 % – 4 бали; понад 50 % – 5 балів.

Використання цієї шкали дозволяє стандартизувати результати описів та спрощує їх подальший аналіз. Особливо це важливо при порівнянні великої кількості геоботанічних описів, виконаних на різних ділянках.

Проективне покриття тісно пов'язане з продуктивністю рослинних угруповань, оскільки відображає участь окремих видів у формуванні загальної фітомаси. Завдяки цьому показник широко використовується для оцінювання стану рослинності, визначення домінантів та аналізу сукцесійних процесів на техногенно порушених землях.

Для кожного ярусу рослинності проективне покриття визначали окремо. У лісових угрупованнях оцінювали деревний, чагарниковий, трав'яний та мохово-лишайниковий яруси, а на болотних ділянках додатково враховували покриття сфагновими мохами.

Окрім проективного покриття, у геоботанічних дослідженнях використовують показник справжнього покриття. Він характеризує площу, яку займають основи стебел трав'янистих рослин або стовбури дерев. На відміну від проективного покриття цей показник меншою мірою залежить від розмірів надземної маси та більш об'єктивно відображає густоту розміщення рослин на досліджуваній території [3-8, 10-16, 21-22].

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1 Оцінка впливу діяльності товариства з обмеженою відповідальністю Рибальський гранітний кар'єр міста Дніпро на прилеглі території

ТОВ «Рибальський гранітний кар'єр» є підприємством 3 категорії небезпеки і вимагає організації санітарно захисної зони 300 м. На території СЗЗ підприємства розташований житловий фонд, селище Рибальський і 2 наділу садових ділянок, що є неприпустимим.



Рисунок 4.1 – Рибальський кар'єр. Завантаження та доставка продукції до складів

4.1.1 Оцінка впливу Рибальського кар'єра на атмосферне повітря

У процесі відкритого видобування корисних копалин у повітряне середовище кар'єру надходить значна кількість пилу, газоподібних і пароподібних забруднювачів. Джерелами їх утворення є різні виробничі операції, пов'язані з розкривними роботами, бурінням, підриванням порід, навантаженням та транспортуванням гірничої маси. Обсяги викидів не є постійними та залежать від комплексу природних і техногенних чинників. Серед них важливу роль відіграють фізико-механічні властивості гірських порід, метеорологічні умови, особливості технології розробки родовища, рівень механізації виробництва, а також ефективність заходів, спрямованих на пригнічення пиловиділення та зменшення концентрації шкідливих газів [11].

Унаслідок впливу зазначених факторів концентрація забруднювальних речовин у робочій зоні може суттєво коливатися як у просторі, так і в часі. Особливого значення набувають процеси переміщення повітряних мас у межах кар'єрного простору. Напрямок, швидкість та інтенсивність циркуляції повітря визначають не лише поширення забруднювачів усередині кар'єру, а й їх винесення за межі виробничого майданчика. Саме тому аеродинамічні особливості кар'єру значною мірою впливають на якість атмосферного повітря та умови праці персоналу.

До основних компонентів забруднення атмосферного повітря в районах гірничодобувних підприємств належать пилові частинки та різноманітні хімічні сполуки техногенного походження. Серед них найчастіше фіксуються бензин, оксид хрому, фтористий водень, оксиди заліза та марганцю, оксид вуглецю, оксид азоту (0,1 ГДК), діоксид азоту (0,3 ГДК), зола (0,4 ГДК), сірчистий ангідрид (0,5 ГДК), а також неорганічний пил із вмістом діоксиду кремнію менше 20 % (0,1 ГДК). Наявність цих речовин у повітрі створює додаткове навантаження на природні екосистеми та може негативно впливати на стан здоров'я працівників і населення прилеглих територій.

Джерелами виділення забруднюючих речовин на підприємстві являються:

Вибухові роботи – пил неорганічний, оксид вуглецю, діоксид азоту;

Бурові верстати - пил неорганічний;

Виїмкові та вантажні роботи - пил неорганічний;

Дробарка - пил неорганічний;

Ковальський горн - оксид вуглецю, оксид азоту, сірчистий ангідрид, зола;

Пости електрозварювання – оксид заліза, марганець та його сполуки, оксиди хрому, фтористий водовід;

Одним із джерел надходження забруднювальних речовин в атмосферне повітря під час виробничих процесів є операції з різання металу. У результаті термічного впливу на металеві конструкції та матеріали в повітря робочої зони потрапляють аерозолі й газоподібні продукти технологічного процесу. Серед основних забруднювачів, що утворюються при різанні металів, відзначаються оксид заліза, сполуки марганцю, оксид вуглецю та оксиди азоту. Концентрація цих речовин залежить від виду обладнання, інтенсивності виконання робіт і характеристик оброблюваного матеріалу.

В табл. 4.1 наведено максимальні приземні концентрації забруднювальних речовин, а також джерела викидів, які формують найбільший внесок у загальний рівень забруднення атмосферного повітря.

Таблиця 4.1 - Максимальні приземні концентрації забруднювальних речовин

Назва речовини	Розрахунок макс. конц., мг/м ³ на межі житлової зони	Джерела, які дають внесок в забруднення, %	Належність джерела
Пил неорганічний	0,0128	1,6	Дробильно-сортувальний цех
Бензин	0,0034	100	Територія АТП
Зола	0,1204	95,5	Котельня
Сірчистий ангідрид	0,257	99,1	Котельня

Окис вуглецю	0,02	1	Територія АТП
Двоокис азоту	0,0007	0,2	Територія АТП
Окис азоту	0,0013	2,9	Гірничий цех
Оксид хрому	0	10	Гірничий цех
Фтористий вуглець	0	100	Гірничий цех
Оксид заліза	0,0007	28,2	Дробильно-сортувальний цех
Марганець	0	28,2	Дробильно-сортувальний цех
Сажа	0,0013	100	Котельня

Не організованими джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу є все обладнання гірського і дробильно-сортувального цеху, пости електрозварювання, приймальний бункер, склади готової продукції, відвали.

Організованими джерелами викидів забруднюючих речовин являються труби вентиляційно-аспіраційних установок від технологічного обладнання.

Джерела забруднення атмосферного повітря на території комплексу Рибальського кар'єру



Рисунок 4.2 – Джерела забруднення атмосферного повітря на території комплексу Рибальського кар'єру

Формування пилогазових викидів у межах кар'єру відбувається під впливом як зовнішніх, так і внутрішніх джерел забруднення. До зовнішніх джерел належать об'єкти, розташовані за межами безпосередньої зони видобування, але здатні істотно впливати на якість атмосферного повітря. Серед них важливу роль відіграють дробильні підприємства, котельні установки, відвали гірських порід, транспортні магістралі та відкриті ділянки без рослинного покриву, які за сприятливих метеорологічних умов стають осередками інтенсивного пиловиділення.

Безпосередньо в кар'єрному просторі функціонує значна кількість внутрішніх джерел утворення пилу та газів. Основний внесок у забруднення атмосфери забезпечують бурові установки, перфоратори, навантажувально-транспортна техніка та вибухові роботи. Додатковими джерелами надходження забруднювальних речовин є двигуни внутрішнього згоряння автосамоскидів, тепловозів, тракторів і бульдозерів, а також каменерізне обладнання, дробильні та сортувальні комплекси. Погіршенню стану атмосферного повітря сприяє також природне виділення газів із гірських порід і водоносних горизонтів, а також пилові поверхні, схильні до вітрової ерозії та вивітрювання.

Сукупна дія зазначених джерел формує загальний рівень техногенного навантаження на атмосферне повітря в зоні функціонування кар'єру. Інтенсивність забруднення залежить від масштабів виробничих процесів, особливостей технології видобування та погодних умов, що впливають на поширення пилу і газоподібних речовин.

Характеристика основних джерел викидів та склад забруднювальних речовин, що надходять в атмосферу під час діяльності Рибальського кар'єру, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристика викидів шкідливих речовин джерел Рибальського кар'єру

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпеки	Викид речовини, т/рік
	Максимально разова	Середньо добова		
Оксид вуглецю	5,0	3,0	4	70,0079
Вуглеводні	5,0	1,5	4	0,0889
Сірчистий ангідрид	0,5	0,05	3	70,8161
Пил	0,5	0,15	3	56,9857
Оксид заліза	-	0,4	3	0,2552
Оксид азоту	0,4	0,06	3	1,1880
Зола	0,3	0,1	3	33,7147
Сажа	0,15	0,05	3	0,0051
Двоокис азоту	0,085	0,04	2	8,0992
Фтористий водень	0,02	0,005	2	0,0001
Марганець і його сполуки	0,01	0,001	2	0,0103
Хром тривалентний	-	-	3	0,0001
Всього				241,1714
В т.ч. твердих				90,9712
Газоподібні				150,2002

Для оцінювання впливу виробничої діяльності на якість атмосферного повітря джерела утворення забруднювальних речовин доцільно класифікувати за кількома ознаками. Однією з них є характер їх розташування у просторі. За цією ознакою виділяють локальні, або точкові, джерела, до яких належать бурові установки, екскаватори, каменерізне обладнання та інші окремі виробничі механізми. Окрему групу становлять об'ємні джерела, прикладом яких є пилогазові хмари, що утворюються після проведення вибухових робіт. До лінійних джерел відносять транспортні шляхи та ділянки виходу газів із гірських пластів, тоді як рівномірно розподілені джерела представлені процесами вітрової ерозії ґрунту, вивітрюванням поверхні відвалів і бортів кар'єру.

Важливою характеристикою є також тривалість функціонування джерел забруднення. Частина з них працює практично безперервно протягом усього виробничого циклу. До цієї категорії належать бурові установки, екскаватори та інше технологічне обладнання. Інші джерела мають короткочасний або періодичний характер дії. Найбільш типовим прикладом є масові вибухи, під час яких у повітря одномоментно надходять значні обсяги пилу та газоподібних продуктів.

Ще одним критерієм класифікації є мобільність джерел викидів. За цією ознакою їх поділяють на стаціонарні, напівстаціонарні та пересувні. До стаціонарних відносяться дробильні та грохотальні установки, а також конвеєрні системи транспортування гірничої маси. Напівстаціонарну групу формують бурові верстати та екскаватори, які можуть змінювати своє місцезнаходження в межах кар'єру залежно від етапу розробки родовища. Пересувними джерелами є автосамоскиди, залізничний транспорт та інші транспортні засоби, що постійно переміщуються територією гірничого підприємства.

Така класифікація дозволяє більш повно оцінити особливості формування пилогазових викидів і є необхідною для розроблення ефективних заходів щодо зниження техногенного навантаження на атмосферне повітря.

Характеристика викидів шкідливих речовин

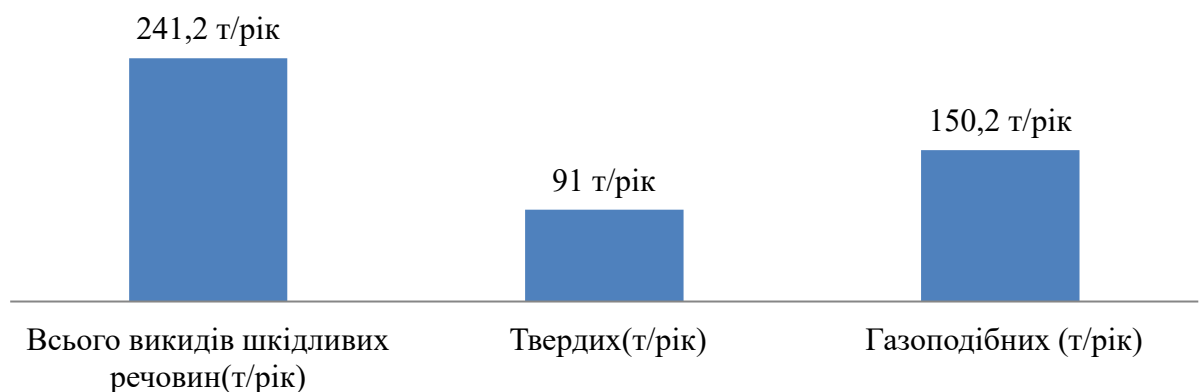


Рисунок 4.3 – Характеристика викидів шкідливих речовин в атмосферу Рибальського кар'єру за агрегатним станом

4.1.2 Оцінка впливу Рибальського кар'єра на водне середовище

Основним джерелом впливу на водне середовище на території Рибальського родовища є дренажний водовідлив.

Аналіз гідротехнічних умов родовища показує, що внесок ґрунтових вод у обводнення кар'єра незначний, чому сприяє слабкі фільтраційні властивості четвертинних відкладень і незначна, в цілому, потужність першого від поверхні водоносного горизонту.

Відстійники Рибальського кар'єру складаються з двох карт, обладнаних в акваторії річок шляхом відсипання їх кам'яним матеріалом і піщано-глинистою фракцією.

Підприємство працює з практично безстічної системи – скид кар'єрних і стічних вод у природну гідрографічну мережу не проводиться. Додатковий забір води для технічних потреб з річки Самара (на пилоподавлення) становить лише 9,6 млн. м³.

Наявність фільтраційних втрат не представляє екологічної небезпеки, так як радіаційні та бактеріологічні параметри стічних вод знаходяться в допустимих межах, сухий залишок 1,5 г/дм³, жорсткість – 8,4 мг-екв/ дм³.

Оцінюючи в цілому стан водного середовища, встановлено, що масштаби впливу Рибальського кар'єру на гідросферу району незначні. Крім того, відсутність на прилеглий до кар'єру території великих водозабірних споруд та інших об'єктів, на умови функціонування яких потенційно можливе впливу водовідливу, дозволяють констатувати, що практичної необхідності в обладнанні режимної мережі свердловин в сучасних умовах кар'єра не існує.

4.1.3 Оцінка впливу діяльності Рибальського кар'єра на ґрунти

В таблицях 4.3 і 4.4 наведено дані, що характеризують забезпеченість ґрунту рухомими мікроелементами і валовий рівень їх забруднення важкими металами.

Таблиця 4.3 - Забезпеченість ґрунту рухомими елементами (екстракція ацетатно-амонійним буфером, Ph 4,8)

Назва мікроелементів	Вміст їх в ґрунті
Цинк	0,54 мг/кг
Мідь	0,30 мг/кг
Марганець	12,9 мг/кг
Кобальт	0,26 мг/кг

Таблиця 4.4 – Рівень забруднення орного шару ґрунту важкими металами

Назва елементів	Екстракція азотною кислотою, мг/кг	Валовий вміст, мг/кг	ГДК
Цинк	4,65	30,0	50,0
Мідь	3,5	5,8	35,0
Свинець	3,3	8,8	20,0
Марганець	162,5	225,0	1500,0
Кадмій	0,10	0,32	3,0
Ртуть	0,03	-	2,1
Залізо	760	-	-

Таким чином, рівень забруднення важкими металами ґрунтів земельних ділянок району розташування кар'єра незначний, нижче ГДК в 2,8 разів. Це свідчить про екологічну безпеку забруднення земель Рибальським кар'єром, за винятком запилення прилеглих до СЗЗ земельних ділянок.



Рисунок 4.4 – Саморекультивований відвал Рибальського кар'єру

На відвалі спостерігається ущільнення орного і підорного шарів внаслідок застосування важких комплексних тракторів при весняній обробці, а також підвищення рівня ґрунтових вод та підтоплення земель селища Чаплі і ділянок землі, що знаходяться в заплаві річки Дніпро і річки Шиянка.

Подальша експлуатація Рибальського кар'єру не спричинить додаткове вилучення земель. Відвали розкривних кар'єрних порід саморекультивовані і не чинять шкідливого впливу на навколишнє середовище.

4.2 Особливості рослинності в техногенних умовах

Кар'єрно-відвальні комплекси являють собою неоднорідні антропогенно трансформовані ландшафти, в межах яких формуються різні типи рослинних угруповань. Просторова структура рослинного покриву визначається поєднанням екологічних умов, які суттєво відрізняються навіть у межах одного відвалу. У результаті на окремих ділянках складаються специфічні мікроекотопи, що відрізняються за умовами зволоження,

забезпеченістю поживними речовинами та придатністю субстратів для заселення рослинами.

Формування рослинності на техногенно порушених територіях залежить від комплексу взаємопов'язаних факторів. Найбільше значення мають рівень трофності субстрату, його вологоємність, механічний склад, ступінь токсичності, а також рельєфні та орографічні особливості поверхні відвалів. Саме поєднання цих характеристик визначає швидкість природного заростання території, видовий склад рослинності та подальший напрямок розвитку рослинних угруповань.

Об'єктом дослідження був відвал Рибальського гранітного кар'єру. Основу його субстратів складають суглинки, глинисті відклади та піски. Для території характерна нерівномірність поширення пухких порід: у східному напрямку їх потужність поступово збільшується, а в південно-західній частині родовища спостерігається різке зростання товщини відкладів. Значна частина поверхні відвалу представлена великими уламками скельних порід, які були переміщені сюди під час проведення вибухових робіт.

Оцінюючи значення рослинного покриву на територіях гірничих розробок, необхідно враховувати не лише видовий склад рослин, а й особливості їх походження, просторової організації та екологічних функцій. На відвалах можуть одночасно розвиватися як природні рослинні угруповання, так і штучно створені насадження. У степовій зоні переважає природне формування трав'янистої рослинності, тоді як лісові насадження частіше мають антропогенне походження.

Характерною особливістю природного рослинного покриву відвалів є його висока мозаїчність. Це пояснюється значною неоднорідністю субстратів, різницею у мікрокліматичних умовах, експозиції схилів та особливостях рельєфу. Крім того, відвали відрізняються за ступенем техногенного навантаження та рівнем забруднення атмосферного повітря. Залежно від інтенсивності цього впливу можна виділити ділянки з високим, середнім та незначним рівнем забруднення, що потребують різних підходів до проведення

фітомеліоративних заходів. Важливими екологічними характеристиками також залишаються вік відвалу, його площа, висота та конфігурація поверхні.

У ході досліджень встановлено, що на відвалі Рибальського кар'єру протягом приблизно 45–50 років сформувалися стійкі деревні угруповання природного походження. Їх виникнення стало можливим завдяки поширенню насіння птахами (орнітохорія), перенесенню діаспор вітром (анемохорія), а також меншою мірою за участю тварин і випадкового занесення людиною. Джерелами насіннєвого матеріалу виступали як навколишні осередки природної рослинності, так і рослинні комплекси заплави Дніпра та Самари.

На території відвалу виділено кілька основних типів рослинних угруповань.

Найпоширенішими є зрілі лохово-берестові та бересто-лохові асоціації віком близько 15–25 років. Для них характерний розріджений деревостан із зімкнутістю 0,2–0,3. Висота дерев сягає 4–6 м, а діаметр стовбурів — до 12 см. Під наметом формується шар мертвої органічної речовини завтовшки 1–3 см, представлений переважно опалим листям лоху та відмерлими рештками трав'янистих рослин. Такі угруповання поширені переважно на пологих схилах південної та південно-західної експозиції, а також на терасованих ділянках. Основу деревостану складають лох вузьколистий та берест, а серед домішок трапляються яблуня, груша й абрикос. На крутіших схилах збільшується роль бересту та шипшини, тоді як участь лоху дещо зменшується.

Другу групу становлять молоді насадження лоху вузьколистого віком 5–10 років з поодинокую участю бересту, груші та абрикоса. Вони являють собою початковий етап формування зрілих лохово-берестових угруповань. Для цих ділянок характерний добре розвинений трав'яний покрив, відсутність суцільних деревних куртин та практично повна відсутність мертвого опаду.

Окремо виділяються чисті лохові насадження деревоподібного типу, які характеризуються невисокою продуктивністю та незначною зімкнутістю. Вони трапляються як на схилах, так і на терасованих елементах рельєфу.

На платоподібних ділянках відвалу поширені різновікові деревні угруповання, представлені окремими деревами або невеликими групами. До їх складу входять лох вузьколистий, робінія псевдоакація, клен, верба, берест та абрикос. Такі насадження переважно приурочені до понижень рельєфу та локальних улоговин, де умови зволоження є більш сприятливими.

Серед деревної рослинності трапляються також тополеві асоціації, які представлені невеликими біогрупами тополі чорної чисельністю від 5 до 10 особин. Найчастіше вони розміщені на терасованих ділянках відвалу.

На окремих фрагментах поверхні відвалу були виявлені локальні угруповання очерету звичайного (*Phragmites australis*). Їх плямисте розташування та округла форма свідчать про близьке залягання водоносних горизонтів і наявність локальних зон підвищеного зволоження. Такі ділянки відіграють важливу роль у формуванні біорізноманіття техногенного ландшафту та створюють сприятливі умови для подальшого розвитку рослинності.



Рисунок 4.5 – Очерет - фітоіндикатор неглибокого залягання ґрунтових вод Рибальського кар'єра

Таблиця 4.5 - Видовий склад рослинності відвалу Рибальського кар'єру

Життєва форма	Назва виду		Родина
	Українська	Латинь	
Дерева	Берест	<i>Ulmus minor</i> Mill.	Ільмові
	Груша звичайна	<i>Pyrus communis</i> L.	Розові
	Вишня звичайна	<i>Cerasus vulgaris</i> L.	Розові
	Тополя чорна	<i>Populus nigra</i> L.	Вербові
	Клен ясенелистий	<i>Acer negundo</i> L.	Сапіндові
	Клен гостролистий	<i>Acer platanoides</i> L.	Сапіндові
	Ясен звичайний	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Маслинові
	Тополя біла	<i>Populus alba</i> L.	Вербові
	Робінія псевдоакація	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Бобові
	Лох сріблястий	<i>Elaeagnus commutata</i> Bernh. ex Rydb	Лохові
	Яблуня домашня	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Розові
	Іва біла	<i>Salix alba</i> L.	Івові
Кущі	Скумпія кожевенна	<i>Cotinus coggigria</i> Scop	Сумахові
	Бирючина звичайна	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Олизові
	Бузина чорна	<i>Sambucus nigra</i> L.	Адоксові
	Шипшина собача	<i>Rosa canina</i> L.	Розові
	Клен татарський	<i>Acertataricum</i> L.	Сапіндові
	Свидина кров'яна	<i>Swidasanguinea</i> (L.) Opiz	Кизилові
Трави	Тонконіг вузьколистий	<i>Poa angustifolia</i> L.	Тонконогові
	Келерія сиза	<i>Koeleria glauca</i> DC. (Spreng.)	Злакові
	Волошка розлога	<i>Centaurea diffusa</i> Lam	Айстрові
	Кропива дводомна	<i>Urticadioica</i> L.	Кропивні
	Очерет звичайний	<i>Phragmites australis</i>	Злакові
	Костриця велетенська	<i>Festucagigantea</i> (L.) Vill.	Злакові
	Собача кропива п'ятилопастна	<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	Кропивні

Продовження табл. 4.5

Трави	Чистотіл великий	<i>Chelidoniummajus</i> L.	Макові
	Лопух справжній	<i>Arctiumlappa</i> L.	Айстрові
	Деревій звичайний	<i>Achillea submillefolium</i>	Айстрові
	Злинка канадська	<i>Erigeron Canadensis</i> L.	Айстрові
	Перлівка трансільванська	<i>Melica transsilvanica</i> Schur	Тонконогові
	Цмин пісковий	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	Складноцвітні
	Костриця Беккера	<i>Festuca beckeri</i> (Hack.) Trautv.	Тонконогові
	Конюшина повзуча	<i>Trifolium repens</i> L.	Бобові
	Вівсяниця лучна	<i>Festuca pratensis</i> L.	Тонконогові

Рослинний покрив відвалу сформувався переважно внаслідок природних сукцесійних процесів і характеризується поєднанням деревної, чагарникової та трав'янистої рослинності. При цьому насадження мають розріджену структуру, що є типовим для техногенно порушених територій, де процеси ґрунтоутворення та накопичення органічної речовини ще не досягли рівня, характерного для природних екосистем.

Проведене флористичне обстеження дозволило встановити, що на досліджених ділянках відвалу виявлено 34 види рослин (табл. 4.5). Виявлений видовий склад свідчить про поступове ускладнення структури рослинного покриву та формування різних екологічних груп рослин, здатних існувати в умовах специфічних субстратів кар'єрних відвалів.

У складі деревного ярусу зафіксовано 12 видів. Найбільшу участь у формуванні деревостану беруть берест, робінія псевдоакація та лох сріблястий. Саме ці види відіграють провідну роль у закріпленні поверхні

відвалу, створенні захисного рослинного покриву та накопиченні органічної маси, що сприяє подальшому розвитку рослинних угруповань.

Чагарниковий ярус представлений шістьма видами рослин. Найбільш поширеними серед них є шипшина та скумпія, які добре пристосовані до умов недостатнього зволоження і бідних за поживними речовинами субстратів. Їх присутність сприяє підвищенню стійкості сформованих угруповань та створює сприятливі умови для появи інших видів рослин.

У трав'яному покриві виявлено 16 видів. Саме трав'яниста рослинність забезпечує основну частину проективного покриття поверхні відвалу, бере участь у процесах накопичення органічних решток, захищає субстрат від ерозійних процесів та створює передумови для подальшого розвитку більш складних рослинних угруповань.

Таблиця 4.6 - Проективне покриття видового складу рослинності кар'єрних ділянок

Життєва форма	Проективне покриття		
	Середнє $\pm$ ст. помилка	- 95 %	+ 95 %
Дерева	28,95 $\pm$ 2,60	24,14	34,22
Кущі	10,95 $\pm$ 1.29	8,65	13,81
Трави	21,88 $\pm$ 3,58	15,92	30,13

Результати оцінювання проективного покриття рослинності на дослідних ділянках наведені в табл. 4.6. Аналіз отриманих даних показав, що найбільшу частку рослинного покриву формує деревний ярус, проективне покриття якого становить 28,95 %. Частка трав'янистої рослинності дорівнює 21,88 %, тоді як чагарниковий ярус займає 10,95 % поверхні досліджуваної території.

Наочне співвідношення між окремими ярусами рослинності представлено на рисунку 4.6.

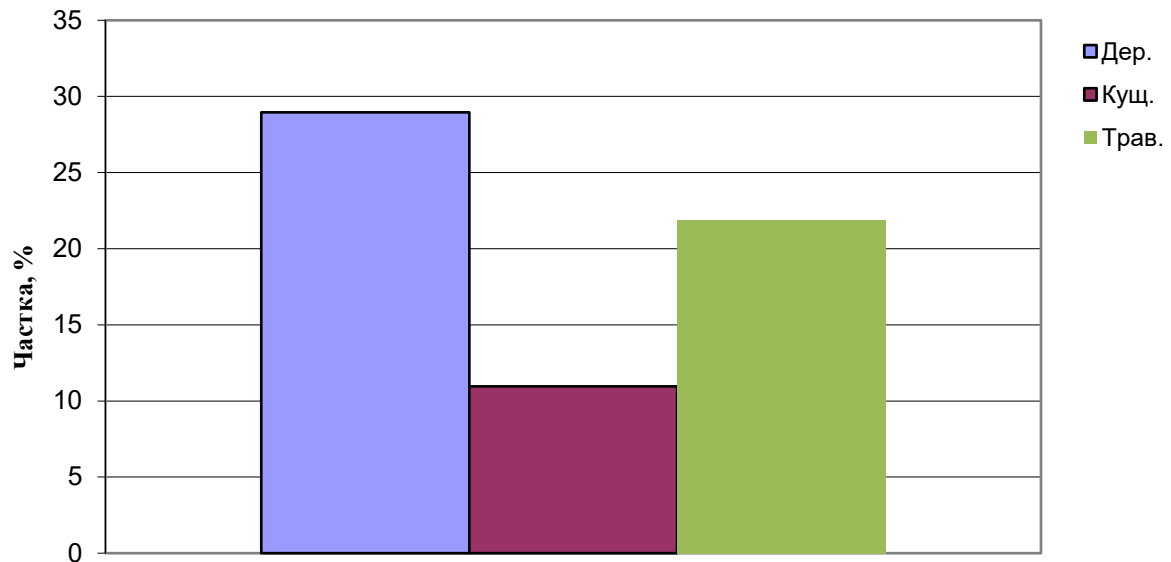


Рисунок 4.6 – Проективне покриття дослідних ділянок

Переважаюча деревної рослинності свідчить про поступове ускладнення структури рослинного покриву та розвиток процесів природного відновлення техногенно порушеної території. Водночас достатньо висока частка трав'янистого покриву вказує на активну участь трав'янистих видів у стабілізації поверхні відвалу та накопиченні органічної речовини, необхідної для подальшого формування більш стійких рослинних угруповань.

Видове різноманіття рослин, встановлене під час досліджень, дає підстави припускати, що сукцесійні процеси на відвалі продовжують активно розвиватися. За умови відсутності значних антропогенних порушень у майбутньому тут можуть сформуватися складні деревно-чагарниково-трав'яністі угруповання, які за окремими структурними ознаками наблизяться до природних лісостепових екосистем. Разом із розвитком рослинного покриву очікується поступове поліпшення екологічних умов місцезростання, зокрема зростання вмісту органічної речовини, покращення водного режиму субстратів та підвищення їх біологічної активності.

Для більш обґрунтованої оцінки напрямків подальшого розвитку рослинності доцільним є проведення довготривалих моніторингових спостережень, які дозволять простежити зміни видового складу, структури угруповань та швидкість перебігу сукцесійних процесів на території відвалу.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Структура управління охороною праці на підприємстві та обов'язки роботодавця

Організація роботи з охорони праці на підприємствах України здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства. Правові засади забезпечення безпечних і здорових умов праці визначаються Конституцією України, Кодексом законів про працю України, Законом України «Про охорону праці» та іншими нормативно-правовими документами, які регламентують діяльність роботодавців і працівників у сфері виробничої безпеки. До таких документів належать державні стандарти, правила, норми, інструкції, постанови Кабінету Міністрів України та інші підзаконні акти.

Основні принципи державної політики у сфері охорони праці закріплені в Законі України «Про охорону праці», який визначає права працівників на безпечні умови праці, а також обов'язки роботодавця щодо створення належного виробничого середовища.

На підприємстві загальну відповідальність за організацію системи охорони праці несе директор. Водночас окремим наказом керівника функції щодо контролю за станом охорони праці під час виконання робіт, пов'язаних із видобуванням корисних копалин, покладені на інженера з охорони праці. Такий розподіл повноважень дозволяє забезпечити постійний контроль за дотриманням вимог безпеки на виробничих об'єктах та своєчасно реагувати на можливі порушення [26-28].

Для забезпечення ефективного функціонування системи управління охороною праці на підприємстві розроблено та впроваджено відповідне положення про СУОП. Наказами керівника визначені посадові особи, відповідальні за стан охорони праці в структурних підрозділах. Працівники, які входять до складу комісії з перевірки знань з питань охорони праці, пройшли спеціальне навчання та успішно склали перевірку знань відповідно до встановлених вимог.

Особлива увага приділяється нормативному забезпеченню виробничої діяльності. Для всіх професій та видів робіт розроблені й затверджені інструкції з охорони праці, які знаходяться як у відповідальних посадових осіб, так і безпосередньо на робочих місцях. Це створює умови для належного інформування працівників щодо вимог безпеки під час виконання виробничих операцій.

Контроль за дотриманням вимог охорони праці здійснюється за допомогою триступеневої системи адміністративно-громадського контролю. Під час щомісячних нарад проводиться аналіз стану виробничої безпеки, розглядаються виявлені недоліки та фактори, які потенційно можуть призвести до виникнення аварійних ситуацій або нещасних випадків. За результатами таких обговорень розробляються профілактичні заходи, спрямовані на усунення небезпечних умов праці.

Інженер з охорони праці систематично проводить обстеження виробничих об'єктів та структурних підрозділів підприємства. У разі виявлення порушень він надає керівникам відповідні приписи щодо їх усунення та контролює виконання запропонованих заходів.

Важливим елементом системи виробничої безпеки є громадський контроль, який здійснюється представниками профспілкової організації. Голова профспілки бере участь у перевірках умов праці та представляє інтереси працівників у питаннях забезпечення належного рівня безпеки.

Працівники підприємства у повному обсязі забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Робітникам своєчасно видаються спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші необхідні засоби захисту, використання яких сприяє зниженню професійних ризиків.

Для підвищення рівня виробничої культури на території кар'єру розміщені інформаційні стенди, попереджувальні знаки, плакати та інші засоби наочної агітації, що нагадують працівникам про необхідність дотримання вимог безпеки.

Умови виробничої санітарії відповідають встановленим нормативам. Працівники забезпечені побутовими приміщеннями, зокрема роздягальнями, душовими кімнатами та необхідними санітарно-гігієнічними засобами. Це сприяє підтриманню належного рівня особистої гігієни та створенню комфортних умов праці.

Фінансування заходів з охорони праці здійснюється виключно за рахунок коштів підприємства. Усі витрати, пов'язані з реалізацією профілактичних заходів, навчанням працівників, придбанням засобів індивідуального захисту та покращенням умов праці, покладаються на роботодавця. Працівники не несуть жодних матеріальних витрат, пов'язаних із забезпеченням безпечних умов праці [26-28].

5.2 Електробезпека та основні заходи профілактики електротравматизму

Безпечна експлуатація електроустановок є одним із ключових напрямів системи охорони праці на підприємстві. Під електробезпекою розуміють комплекс організаційних, технічних та профілактичних заходів, спрямованих на попередження негативного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики на працівників. Особливого значення питання електробезпеки набувають на підприємствах, діяльність

яких пов'язана з використанням великої кількості електрообладнання та електроустановок різного призначення.

Для забезпечення належного технічного стану електрогосподарства наказом керівника підприємства серед інженерно-технічних працівників призначається відповідальна особа, на яку покладаються функції організації безпечної експлуатації та монтажу електрообладнання. Таке призначення можливе лише після проходження перевірки знань нормативних документів та отримання відповідної групи з електробезпеки. Для електроустановок напругою до 1000 В відповідальна особа повинна мати не нижче IV групи, а для електроустановок з робочою напругою понад 1000 В — V групи з електробезпеки.

До обов'язків відповідального за електрогосподарство належить не лише контроль технічного стану обладнання, а й організація роботи електротехнічного персоналу. Саме він відповідає за правильний підбір працівників, які залучаються до обслуговування електроустановок, а також за дотримання встановлених вимог під час проведення монтажних, ремонтних, налагоджувальних і випробувальних робіт.

Усі операції, пов'язані з експлуатацією діючих електроустановок, виконанням оперативних перемикачів, проведенням ремонтів та технічних випробувань, мають здійснюватися виключно атестованим електротехнічним персоналом. Залежно від характеру виконуваних функцій працівники електротехнічної служби поділяються на адміністративно-технічний, оперативний та оперативно-ремонтний персонал. Допуск працівників до самостійного виконання робіт оформлюється відповідним розпорядчим документом.

Запобігання виробничому електротравматизму досягається завдяки поєднанню організаційних і технічних заходів. Важливими складовими такої роботи є систематичне навчання працівників, своєчасна перевірка рівня їх знань, забезпечення персоналу засобами індивідуального та колективного захисту, підтримання належного рівня технологічної дисципліни та правильна

організація робочих місць. Значну роль відіграють також регулярні протиаварійні тренування та постійний самоконтроль працівників під час виконання виробничих завдань.

Безпечне проведення робіт в електроустановках передбачає чітке дотримання встановленої послідовності організаційних процедур. До них належать визначення переліку робіт, які виконуються за нарядами, розпорядженнями або в порядку поточної експлуатації, призначення відповідальних осіб, надання права на проведення оперативних перемикань, оформлення необхідної документації, підготовка робочих місць, допуск персоналу до роботи, здійснення нагляду за виконанням робіт, переведення працівників на інші робочі місця, а також належне оформлення перерв і завершення робіт.

Відповідальність за дотримання вимог електробезпеки розподіляється між усіма учасниками виробничого процесу. До осіб, які відповідають за безпечне виконання робіт в електроустановках, належать працівники, що видають наряд або розпорядження, надають дозвіл на підготовку робочого місця, здійснюють підготовку та допуск до роботи, виконують функції керівників робіт, наглядачів і членів виробничої бригади. Кожен із них несе відповідальність у межах своїх посадових обов'язків і наданих повноважень.

Обов'язковою умовою допуску до роботи є наявність посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці, пожежної безпеки та технології виконання відповідних робіт. Працівник має законне право відмовитися від виконання завдання у випадку виникнення ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю або може становити небезпеку для інших осіб.

Працівники, які мають II–III групи з електробезпеки, повинні чітко усвідомлювати потенційну небезпеку роботи з електроустановками та володіти практичними навичками безпечного виконання виробничих операцій. Особливо суворі вимоги висуваються до робіт, що виконуються у приміщеннях із підвищеною або особливою небезпекою ураження електричним струмом. У таких умовах обов'язковим є використання

діелектричних засобів захисту та інших спеціальних пристроїв, призначених для запобігання електротравматизму.

Дотримання встановлених вимог електробезпеки є обов'язком кожного працівника. У разі порушення нормативно-правових актів з охорони праці винні особи несуть відповідальність відповідно до чинного законодавства України. Системний підхід до організації електробезпеки, належна професійна підготовка персоналу та постійний контроль за виконанням вимог безпеки є основними умовами попередження нещасних випадків під час експлуатації електрообладнання [26-28].

5.3 Основні заходи пожежної безпеки на підприємстві

Забезпечення належного рівня пожежної безпеки є одним із пріоритетних напрямів діяльності будь-якого підприємства, особливо якщо виробничі процеси пов'язані з використанням горючих матеріалів, електрообладнання та технологічних операцій підвищеної небезпеки. Основним завданням системи пожежної безпеки є запобігання виникненню пожежі, а в разі її появи – створення умов для оперативного виявлення осередку загоряння, локалізації поширення вогню, ефективного гасіння та захисту працівників і матеріальних цінностей. Від рівня організації цих заходів залежить не лише збереження майна підприємства, а й безпека людей.

Відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004-91 необхідний рівень пожежної безпеки об'єкта забезпечується завдяки комплексному функціонуванню системи попередження пожеж, системи протипожежного захисту та організаційно-технічних заходів. При розробленні таких заходів враховуються характеристики виробництва, фізико-хімічні властивості речовин і матеріалів, що використовуються у технологічному процесі, їх кількість, а також вимоги чинних нормативно-правових документів у сфері пожежної безпеки.

На підприємстві питання пожежної безпеки регламентуються спеціальною Інструкцією про заходи пожежної безпеки, яка розроблена відповідно до вимог Закону України «Про пожежну безпеку» та НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні». Дія Інструкції поширюється на всі виробничі, складські, службові, допоміжні та інші приміщення підприємства і встановлює порядок дій працівників щодо попередження виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

Працівники зобов'язані неухильно дотримуватися встановлених вимог пожежної безпеки, користуватися лише справним обладнанням та інструментом, виконувати вказівки посадових осіб, відповідальних за протипожежний стан об'єкта, а також знати порядок дій у разі виникнення загоряння. Після завершення роботи робочі місця повинні очищатися від горючих відходів, а електроспоживачі, експлуатація яких у неробочий час не передбачена технологічним процесом, мають бути відключені від мережі. Не менш важливою вимогою є вміння персоналу користуватися первинними засобами пожежогасіння та швидко реагувати на надзвичайні ситуації.

Контроль за дотриманням протипожежного режиму покладається на керівників структурних підрозділів та осіб, відповідальних за пожежну безпеку. У неробочий час ці функції виконують чергові працівники або охорона. Під час чергування вони повинні перевіряти технічний стан засобів пожежогасіння, справність систем зв'язку та сигналізації, а також загальний протипожежний стан приміщень. У випадку виявлення порушень черговий зобов'язаний невідкладно повідомити керівництво та вжити заходів щодо усунення небезпечних факторів.

Керівник підприємства забезпечує організацію та координацію всієї роботи з пожежної безпеки. До його обов'язків належать проведення інструктажів, контроль виконання вимог Інструкції, перевірка стану пожежної безпеки об'єкта, а також підтримання в належному стані шляхів евакуації та засобів пожежогасіння.

Важливою умовою пожежної безпеки є належне утримання території підприємства. Усі будівлі та споруди повинні мати вільні під'їзди для пожежно-рятувальної техніки, а проходи до пожежних гідрантів, пожежного інвентарю та зовнішніх драбин не допускається захащувати сторонніми предметами. Протипожежні розриви між будівлями повинні відповідати встановленим будівельним нормам. Виробничі відходи та сміття необхідно систематично видаляти у спеціально визначені місця, що дозволяє знизити ризик виникнення пожеж. На видимих місцях повинні бути розміщені інформаційні таблички із зазначенням номерів виклику пожежно-рятувальних служб та місць розташування первинних засобів пожежогасіння.

Для всіх виробничих, складських і допоміжних приміщень визначаються категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки відповідно до ОНТП 24-86, а також класи зон згідно з ДНАОП 0.00.1-32-01. Інформація про категорію приміщення та клас зони повинна бути розміщена на вхідних дверях. Постійне підтримання чистоти в приміщеннях, раціональне розташування меблів та обладнання, а також забезпечення безперешкодного доступу до евакуаційних виходів є обов'язковими вимогами протипожежного режиму.

Особлива увага приділяється стану евакуаційних шляхів. Коридори, проходи, сходові клітки та виходи повинні залишатися вільними для безпечного переміщення людей у разі виникнення пожежі. Не допускається використання підсходових просторів для зберігання матеріалів, блокування дверей евакуаційних виходів або захащення тамбурів сторонніми предметами. Якщо приміщення обладнані ґратами, вони повинні мати можливість відкриватися або демонтуватися у випадку необхідності евакуації людей.

Для ліквідації осередків загоряння підприємство забезпечується необхідною кількістю вогнегасників, внутрішніх пожежних кранів та іншого протипожежного обладнання. Вогнегасники повинні своєчасно проходити технічне обслуговування та перезарядження відповідно до вимог експлуатаційної документації. Працівники повинні володіти практичними

навичками користування цими засобами. Технічні приміщення, зокрема електрощитові, горища та вентиляційні камери, забороняється використовувати для зберігання сторонніх предметів. Їх двері повинні утримуватися замкненими, а інформація про місце зберігання ключів — бути доступною відповідальним особам.

Одним із ключових напрямів пожежної профілактики є безпечна експлуатація електрообладнання. Усі електроустановки, електромережі та споживачі електричної енергії повинні відповідати вимогам ПУЕ, ПБЕ та ПТЕ. Електрощити, пускорегулювальна апаратура та електродвигуни підлягають регулярному огляду й очищенню від пилу. Несправне обладнання, здатне викликати коротке замикання або перегрівання, необхідно негайно ремонтувати або замінювати. Забороняється використання тимчасових електромереж, а всі електроприлади повинні підключатися через справні розетки та кабелі. Після завершення робочого дня обладнання, робота якого в нічний час не потрібна, підлягає обов'язковому знеструмленню.

Для підвищення рівня протипожежного захисту будівлі та приміщення повинні оснащуватися системами пожежної сигналізації, автоматичними установками пожежогасіння, засобами протидимного захисту та системами оповіщення людей про пожежу. Усі ці системи мають підтримуватися у справному стані та відповідати вимогам чинних нормативних документів. Мережі протипожежного водопостачання повинні забезпечувати необхідний тиск і витрату води для ефективного гасіння пожежі.

Після завершення роботи працівники зобов'язані привести робочі місця до належного стану, вимкнути електрообладнання та зачинити вікна. Відповідальна особа з пожежної безпеки проводить заключний огляд приміщень, перевіряє відсутність факторів, які можуть стати причиною загоряння, та контролює відключення електроприладів і освітлення. Лише після цього приміщення можуть вважатися підготовленими до безпечного перебування в неробочий час [26-28].

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження встановлено, що виробнича діяльність Рибальського кар'єру супроводжується утворенням значних обсягів забруднюючих речовин, які надходять до атмосферного повітря під час виконання основних технологічних операцій. Найбільший вплив на формування викидів мають вибухові роботи, буріння свердловин, виїмково-навантажувальні процеси, робота дробильного обладнання, ковальського горна та постів електрозварювання. За рік у навколишнє середовище надходить близько 150,2 т газоподібних та 241,2 т твердих забруднюючих речовин, що свідчить про суттєве техногенне навантаження на прилеглі території.

Дослідження рослинного покриву відвалу показало, що навіть в умовах техногенно порушених земель відбуваються процеси природного формування рослинних угруповань. Під час обстеження дослідних ділянок було виявлено 34 види рослин. Найбільшу частку становлять деревні види, яких зафіксовано 12. Чагарниковий ярус представлений 6 видами, тоді як у складі трав'яного покриву виявлено 16 видів рослин. Таке співвідношення свідчить про поступове ускладнення структури рослинних угруповань та формування багаторяусного рослинного покриву.

Аналіз проективного покриття підтвердив домінуючу роль деревної рослинності на досліджуваній території. Частка деревного ярусу становить 28,95 %, тоді як для чагарникового ярусу цей показник дорівнює 10,95 %, а для трав'янистого покриву — 21,88 %. Отримані результати вказують на активний розвиток деревних насаджень, які поступово визначають сучасний вигляд

рослинного покриву відвалу та впливають на подальший напрямок сукцесійних процесів.

Сформоване різноманіття видів і наявність кількох ярусів рослинності дозволяють прогнозувати подальше ускладнення структури екосистеми. Імовірно, у перспективі на території відвалу сформуються стійкі біогеоценози, які за окремими ознаками наблизатимуться до степових лісових угруповань, хоча повністю тотожними природним екосистемам вони не будуть через специфіку субстрату та історію техногенного порушення території.

Результати дослідження також свідчать про поступове покращення екологічного стану відвалу внаслідок розвитку рослинного покриву. Формування деревно-чагарникових угруповань сприяє закріпленню субстрату, накопиченню органічної речовини, зменшенню пиління поверхні та створенню сприятливіших умов для подальшого заселення території новими видами рослин. Для об'єктивної оцінки швидкості та напрямків цих змін доцільним є проведення довгострокових моніторингових досліджень, які дозволять простежити особливості розвитку рослинних угруповань і трансформації техногенного екотопу в майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кучерявий В. П. Фітомеліорація : навч. посіб. Львів : Світ, 2003. 540 с.
2. Казаков В. Л., Сметана М. Г., Шипунова В. О., Паранько І. С., Коцюруба В. В., Калініченко О. О. Природнича географія Кривбасу : монографія. Кривий Ріг : Октан-Принт, 2005. 151 с.
3. Voroshylova N. V., Chorna V. I., Dotsenko L. V., Katsevych V. V., Ananieva T. V., Harchenko K. S. Lithoecotopes and vegetation of the Left-bank and the Right-bank dumps of the Southern Mining and Processing Plant. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. Vol. 31, No. 4. P. 784–794. DOI: 10.15421/112273.
4. Voroshylova N. V. Lithoecotopes and Vegetation on Dumps of the Central Mining and Ore Enrichment Combine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2019. Vol. 28. DOI: 10.15421/1119.
5. Kovrov O. S. Justification of phytoremediation technology of degraded mining lands. *Technology Audit and Production Reserves*. 2019. Vol. 6, No. 3(50). P. 4–10.
6. Zubov O. V., Zubova L. H. Assessment of the state of forest vegetation of waste dumps of coal mines in Ukraine. *Ecology and Noospherology*. 2024. Vol. 35, No. 2. P. 58–68.
7. Semak U. Vegetation Description and Functional Traits of Plant Communities on Technogenic Ecotopes. *Ukrainian Botanical Journal*. 2023. Vol. 80, No. 2. P. 68–81.

8. Semak U. Mulching as a restoration method of revegetation at ash and slag dumps of Burshtyn Thermal Power Station. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, No. 3. P. 45–57.
9. Henyk Y. Species diversity of woody plants on mine dumps and peculiarities of their distribution. *Folia Forestalia Polonica. Series A – Forestry*. 2022. Vol. 64, No. 2. P. 93–104.
10. Savosko V. M., Lykholat Y. V., Bielyk Y. V. Foresting of technogenic devastated lands as an effective factor of environmental safety. *Environmental Problems*. 2021. Vol. 6, No. 2. P. 74–81.
11. Babii K., Voron O., Chetveryk M., Lewicka E., Naworyta W. Phytoremediation of technogenic objects: procedure, sequence, mathematical model. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2024. No. 4. P. 132–140.
12. Snitynskyi V., Khirivskyi P., Bomba M., Matsyura A. Principles of reclamation and phytomelioration of disturbed lands. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy*. 2023. № 27. C. 9–18.
13. Peco J. D., Campos J. A., García-Núñez C. et al. Abandoned Mine Lands Reclamation by Plant Remediation Technologies: A Review. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, № 12. Article 6555. DOI: 10.3390/su13126555.
14. Sandalio González L. M., Fernández M., Gómez M. Abandoned Mine Land Reclamation by Plant Remediation Technologies: Current Approaches and Future Prospects. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Article 6555.
15. Savosko V. M., Lykholat Y. V., Bielyk Y. V. Foresting of technogenic devastated lands as an effective factor of environmental safety. *Environmental Problems*. 2021. Vol. 6, № 2. P. 74–81.
16. Semak U. Forest reclamation of technogenic lands: a case study of ash and slag dumps. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. Biology*. 2024. Vol. 11, № 1. P. 56–69.
17. Babii K., Voron O., Chetveryk M., Lewicka E., Naworyta W. Phytoremediation of technogenic objects: procedure, sequence, mathematical

model. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2024. № 4. P. 132–140.

18. Kovrov O. S. Justification of phytoremediation technology of degraded mining lands. *Technology Audit and Production Reserves*. 2019. Vol. 6, № 3(50). P. 4–10.

19. Zubov O. V., Zubova L. H. Assessment of forest vegetation development on mine dumps in Ukraine. *Ecology and Noospherology*. 2024. Vol. 35, № 2. P. 58–68.

20. Semak U. Vegetation description and functional traits of plant communities on technogenic ecotopes. *Ukrainian Botanical Journal*. 2023. Vol. 80, № 2. P. 68–81.

21. Didenko N. O., Borysova O. V. Soil damage and recovery in Ukraine: lessons for post-war restoration. *Melioration and Water Management*. 2024. № 2. P. 45–58.

22. Khomiuk N., Pavlovska O., Demyanyuk O. Integrated economic model for the restoration of degraded lands in Ukraine. *Economic Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University*. 2025. № 1. P. 34–49.

23. Lisova T. V. Окремі актуальні питання правового забезпечення рекультивації порушених земель в Україні. *Вісник Національної академії правових наук України*. 2022. Т. 29, № 1. С. 116–126.

24. Semenenko O., Ovanessian R., Dobrovolskyi U., Cherep V., Tsarynnyk V. Degradation and restoration of forest ecosystems in the context of war: environmental and economic challenges to Ukrainian national security. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2025. Vol. 16, № 2. P. 167–191. DOI: 10.31548/forest/2.2025.167.

25. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: [Закон України «Про охорону праці»](#)

26. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс України від 02.10.2012 № 5403-VI // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: [Кодекс цивільного захисту України](#)

27. Правила пожежної безпеки в Україні : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: [Правила пожежної безпеки в Україні](#)