

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ

ШУМЕЙКО ВЛАДИСЛАВ ОЛЕГОВИЧ

**АНАЛІЗ СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЇ В НАУКОВОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ  
ГІРНИЧОТЕХНІЧНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ  
РОБОТАМИ ТЕРИТОРІЙ**

184 «Гірництво»

ОПП «Відкриті гірничі роботи»

ВИПУСКНА РОБОТА

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня магістра

Керівник \_\_\_\_\_ / Швець Є.М. /

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ / Жуков С.О. /

Кривий Ріг

2024 р

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ВСТУП.....	5
Розділ 1 Сучасний стан рекультивації порушених гірничими роботами земель..	7
1.1. Аналіз стану порушених земель під час проведення відкритих гірничих робіт, вимоги до їх рекультивації .....	7
1.2. Методи та напрямки рекультивації .....	12
1.3. Сучасні способи та принципи рекультивації порушених гірничими роботами земель.....	18
1.4. Практика створення водно-рекреаційних зон при рекультивації порушених земель.....	23
Розділ 2 Дослідження впливу параметрів системи розробки родовищ на ефективність рекультиваційних робіт .....	34
2.1. Принципи формування техногенного рельєфу під час рекультивації ...	34
2.2. Основні параметри системи розробки, що впливають на техніко- економічні показники рекультивації кар'єрів гірських порід .....	24
2.3. Вплив параметрів системи розробки на ефективність рекультиваційних робіт.....	40
Загальні висновки та рекомендації.....	56
Бібліографія.....	57

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської роботи на тему «Аналіз стану та тенденції в науковому забезпеченні гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами територій» складається з: 67 с., 17 рис., 4 табл., 93 джерела інформації.

"Випускна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня магістра. Кривий Ріг. Криворізький національний університет, 2024. - 67 с."

**Актуальність теми.** Нині щонайменше 75% від загального обсягу твердих мінеральних ресурсів видобувається відкритим способом. Цей спосіб видобутку корисних копалин поряд із високою ефективністю має один істотний недолік – порушення земної поверхні. Їх загальна площа становить понад 1145,2 тис. га і має тенденцію до зростання [1]. Основна частка порушень припадає на залишкові кар'єрні виробки та зовнішні породні відвали. Тому одним з головних завдань відновлення довкілля є рекультивація порушеної поверхні. Існуюче земельне законодавство вимагає від підприємства, що розробляє родовище, приводити порушені землі у прийнятний для народного господарства стан. У зв'язку з цим для підприємства економічно вигідним вирішенням цього завдання є поєднання завершальних етапів відпрацювання кар'єру з проведенням заходів щодо гірничотехнічної рекультивації. Враховуючи, що нижні горизонти кар'єрів зазвичай обводнені, так само як і корисні копалини, а для його видобутку в таких умовах дуже часто застосовуються засоби гідромеханізації, отже, відпрацьовані кар'єри доцільно перетворювати на водойми. При цьому необхідно забезпечити стійкість техногенного ландшафту, мінімум обсягів робіт та обґрунтувати економічну технологію будівництва водно-рекреаційних зон.

З урахуванням викладеного аналіз стану та тенденції в науковому забезпеченні гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами територій є актуальним науковим завданням, що має велике практичне

значення для ліквідації негативних впливів відкритих гірничих робіт на навколишнє середовище.

**Мета й завдання роботи.** Основною метою магістерської роботи є аналіз стану та тенденції в науковому забезпеченні гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами територій.

Для досягнення поставленої мети в роботі сформовані **основні задачі дослідження:**

1. Виконати аналіз сучасних досліджень щодо питання гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами територій.

2. Дослідити вплив параметрів системи розробки родовищ на ефективність рекультиваційних робіт.

3. Сформулювати основні напрямки подальших досліджень.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВІДВАЛОУТВОРЕНН РОЗКРИВНИХ ПОРІД, ВНУТРІШНІЙ ВІДВАЛ, СКЛАДУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПОРІД.

## ВСТУП.

У 70-90-ті роки. минулого століття у гірничій справі набуває розвитку новий напрям господарської діяльності з урахуванням стійкого розвитку суспільства. На цей час цей напрямок оформилося як «Екологічно безпечні, ресурсозберігаючі виробничі технології». Цей науковий напрямок базується на працях В.В. Ржевського та К.М. Трубецького, П.І. Томакова, К.Є. Вінницького, В.А. Галкіна, А.М. Дьоміна, В.В. Істоміна, А.П. Красавіна, М.Є. Певзнера, І.М. Ялтанця, А.Д. Рубана, В.С. Коваленко, М.А. Рєвазова, В.А. Харченко, І.М. Щадова, Є.Л. Щасливецєва, Ю.М. Овешнікова, Н.М. Чаплигіна, І.В. Зінькова.

У дослідженнях проглядається прагнення підвищити економічну ефективність гірничих робіт та паралельно знизити їх негативний вплив на навколишнє природне середовище. Разом з тим, у науковому напрямі «створення технологій гірничотехнічної рекультивації земель в умовах їх суміщення з виробництвом розкривних робіт» недостатньо вивчено прогнозування комплексних показників ґрунтового шару, що формується, для рекультивації породних відвалів і продуктивності земель культурних ландшафтів на основі встановлюваних природних закономірностей зміни потужності родючого шару ґрунту (РШГ) та потенційно родючих порід у зв'язку з технологіями ведення розкривних робіт та відвалоутворення.

Близько 75% загального обсягу твердої мінеральної сировини нині видобувається відкритим способом. Розробка родовищ відкритим способом неминує призводити до порушення великих площ земної поверхні [1]. Характер цих порушень залежить від системи розробки родовища, вибір якої визначається, переважно, умовами залягання корисних копалин. Після завершення відкритих гірничих робіт залишаються великі площі порушених земель. В Україні їх загальна площа при розробці вугільних, рудних та нерудних родовищ на даний час становить понад 120 тис. га та зростає з року в рік [2, 3]. У цьому однією з головних завдань відновлення довкілля є рекультивація порушеної поверхні. Існуюче земельне законодавство вимагає

від підприємства, що розробляє родовище, наводити порушені землі у прийнятний для народного господарства стан. У зв'язку з цим для підприємства економічно вигідним вирішенням цього завдання є поєднання завершальних етапів відпрацювання кар'єру з проведенням заходів щодо гірничотехнічної рекультивації. Враховуючи, що нижні горизонти кар'єрів зазвичай обводнені, так само як і корисні копалини, а для його видобутку в таких умовах дуже часто застосовуються засоби гідромеханізації, отже, відпрацьовані кар'єри доцільно перетворювати на водойми. При цьому необхідно забезпечити стійкість техногенного ландшафту, мінімум обсягів робіт та обґрунтувати економічну технологію будівництва водно-рекреаційних зон.

З урахуванням викладеного аналіз стану та тенденції в науковому забезпеченні гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами територій є актуальним науковим завданням, що має велике практичне значення для ліквідації негативних впливів відкритих гірничих робіт на навколишнє середовище.

**Мета й завдання роботи.** Основною метою магістерської роботи є аналіз стану та тенденції в науковому забезпеченні гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами територій.

Для досягнення поставленої мети в роботі сформовані **основні задачі дослідження:**

1. Виконати аналіз сучасних досліджень щодо питання гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами територій.
2. Дослідити вплив параметрів системи розробки родовищ на ефективність рекультиваційних робіт.
3. Сформулювати основні напрямки подальших досліджень.

# РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ

## *1.1. Аналіз стану порушених земель під час проведення відкритих гірничих робіт, вимоги до їх рекультивації*

Близько 75% загального обсягу твердої мінеральної сировини нині видобувається відкритим способом. Розробка родовищ відкритим способом неминуче призводить до порушення великих площ земної поверхні [1]. Характер цих порушень залежить від системи розробки родовища, вибір якої визначається, переважно, умовами залягання корисних копалин. Після завершення відкритих гірничих робіт залишаються великі площі порушених земель. В Україні їх загальна площа при розробці вугільних, рудних та нерудних родовищ на даний час становить понад 120 тис. га та зростає з року в рік [2, 3].

Основна частка порушень припадає на залишкові кар'єрні виїмки та зовнішні породні відвали. Одним з головних завдань відновлення довкілля є рекультивація порушеної поверхні [4, 5]. Відповідно до земельного законодавства підприємства, що розробляють родовища корисних копалин, зобов'язані за свій рахунок приводити порушені землі в стан, придатний для використання в сільському, лісовому, рибному та інших господарствах. При цьому вказується, що приведення земельних ділянок у придатний стан має здійснюватися під час гірничих робіт, а за неможливості цього - не пізніше ніж протягом року після завершення робіт.

У процесі відновлення та рекультивації, порушених відкритими гірничими роботами земель передбачається планування, виположування схилів, покриття поверхні шаром родючої землі, засипка кар'єрних виїмок або використання їх під водоймища, посів трав та інші роботи. Відновлення порушених земель виконується відповідно до спеціальних проектів рекультивації, що розробляються для кожного гірничодобувного

підприємства з урахуванням низки методичних документів.

Відповідно до Закону України “Про охорону навколишнього середовища”, встановлено порядок ведення робіт з технічної ліквідації розрізів кар’єрів та вимоги щодо забезпечення охорони надр та навколишнього середовища - визначаються строки рекультивації порушених земель та технічні заходи при ліквідації об’єкта, які, в обов’язковому порядку вимагають виположування відкосів уступів у наносах [6].

Існують також нормативні документи з питань охорони надр та геолого-маркшейдерського контролю. До цих документів включено основні методичні документи, що регламентують діяльність державного гірничого нагляду в галузі охорони надр, раціонального використання запасів родовищ корисних копалин, проведення маркшейдерських та геологічних робіт, участь у державній системі ліцензування користування надрами, а також інші вимоги, що регламентують наглядову діяльність [3].

При єдиному плануванні видвалоутворення та рекультивації розкриті породи можна, таким чином, розташовувати в ярах та балках (значна частина цієї території є непридатною для сільськогосподарського використання). Після рекультиваційних робіт структура земельного відведення може бути покращена за рахунок створення нових родючих площ та підвищення продуктивності еродованих ділянок, прилеглих до гірничих підприємств [7, 8].

Потенціал цього напрямку робіт величезний. Загальна площа вилучених та порушених земель перевищує 10 тис. га, причому понад 50 % колишніх сільгоспугідь (у тому числі близько 7 тис. га – рілля). Щорічно порушується близько 280 га, що становить 14 га на 1 млн т видобутку. Досягнуті середньорічні темпи рекультивації – 180 га на рік – дозволяють лише 15 % відновлених земель використовувати під випаси та косовиці, а 22 % рекультивованої площі припадає на ліси. Отже, навіть на відновлених та переданих землекористувачам майже 1 тис. га земель є можливість гідромеханізованого способу покращення якості рекультивованих територій



[9-11].

Рекультиваційні роботи проводяться поетапно. Залежно від їхнього виду визначається ряд вимог, які пред'являються кожному етапу. Зазвичай за будь-якому напрямку рекультивації перший етап - це так звана гірничотехнічна рекультивація, другий етап - біологічна [12, 13].

Гірничотехнічна рекультивація виконується гірничими підприємствами. Передбачається формування відвалів, терасування їх укосів, влаштування під'їзних шляхів, проведення дренажних та інших меліоративних робіт. При використанні відпрацьованих кар'єрів та залишкових траншей під водойми проводять ряд гірничотехнічних інженерних робіт з формування схилів та днищ водойм, зміцнення укосів тощо [14].

Біологічну рекультивацію проводять колгоспи, лісгоспи та інші організації, у чие користування передаються відновлені землі. Вона включає комплекс заходів з підготовки земель для подальшого сільськогосподарського і лісогосподарського використання або утворення водойм для розведення риби [15, 16].

Сільськогосподарську та лісогосподарську рекультивацію здійснюють зазвичай у дві стадії. На початку рекультивовані землі проходять стадію біологічної меліоративної підготовки, при якій вирощують невибагливі до умов, ґрунтопокращуючі деревно-чагарникові породи (при лісовій рекультивації) або ґрунтопокращуючі трав'янисті культури, головним чином, бобові з внесенням великих доз мінеральних і органічних добрив.

«На другій стадії цього етапу рекультивації сіють районовані сільськогосподарські культури та частково культури, що покращують ґрунт, здійснюють додаткові заходи щодо догляду за посівами та посадками, вносять підвищені дози добрив. Тривалість стадій визначається залежно від ґрунтово- кліматичних умов, а також від напряму рекультивації» [17, 18].

У густонаселених районах, де до того ж поширені потужні родючі ґрунти та розвинене сільське господарство, рекультивація порушених земель

має особливо важливе народногосподарське значення та має мати переважно сільськогосподарський напрямок. При цьому слід враховувати фізико-географічні умови, плани розвитку даного району та економічні наслідки рекультиваційних робіт.

Там, де сільськогосподарська рекультивація ускладнена, малоефективна чи недоцільна через природні та господарські чинники, слід використовувати інші її напрями, найбільш прийнятні для цих умов. На непридатних сільського господарства землях, соціальній та густонаселених промислових районах, потребують оздоровлення довкілля, перевагу слід віддавати лісовій рекультивації, тобто створенню на порушених землях лісонасаджень різного типу [19-21].

На підставі аналізу гірничо-геологічних умов та обліку всіх фізико-географічних, господарсько-економічних факторів та перспектив розвитку району розробок дається попередній висновок про доцільне подальше використання відновлюваних територій та види рекультивації; визначаються прийоми та методи робіт. У різних фізико-географічних районах країни виникає необхідність у специфічному підході до вирішення цих завдань [22].

Особливо важливо визначити вимоги до гірничо-технічної рекультивації, як найбільш трудомісткої та дорогої, що забезпечує ефективність подальшої біологічної рекультивації та подальшого цільового використання землі. Своєчасне визначення цих вимог створює сприятливі умови для вдосконалення технології розкривних робіт та відвалоутворення, що, у свою чергу, дозволяє використовувати для рекультивації основне гірничотранспортне обладнання кар'єру, значно здешевити рекультиваційні роботи та підвищити їх ефективність [23].

Гірничотехнічна рекультивація є комплексом робіт, які проводяться гірничодобувним підприємством з метою підготовки порушеної території під будівництво або для біологічного освоєння. До комплексу цих робіт входять: планування поверхні, покриття їх ґрунтовим шаром, виконання необхідних меліоративних робіт, а також влаштування під'їзних доріг та створення

водойм, ліквідація можливих порушень підготовленої поверхні внаслідок нерівномірного усадки відвалів, ерозійних процесів чи зсувів.

Неякісне проведення цих робіт нерідко знижує ефективність біологічної рекультивації, і великі кошти, що вкладаються в рекультивацію, у разі не дають очікуваного результату [24].

У процесі рекультивації змінюються багато природних властивостей ґрунту. Застосування, наприклад, таких науково обґрунтованих методів впливу на ґрунт, як меліорація, внесення добрив, обробіток ґрунту, боротьба із засоленістю та зараженістю тощо, дозволяє значно підвищити її родючість.

Для окультурення відновлюваних земель застосовують методи біологічного, хімічного, фізичного та технологічного впливу.

Біологічний метод полягає у правильному підборі оброблюваних сільськогосподарських рослин і сортів, правильному їх чергуванні, регулюванні процесів синтезу та розкладання органічних речовин у відновлюваних породах [24, 25].

Хімічний метод передбачає застосування мінеральних добрив в оптимальних дозуваннях та співвідношеннях, які забезпечують рослини доступними поживними речовинами та усувають несприятливі хімічні властивості порід.

Фізичний метод полягає у фізико-механічних впливах на землі, що рекультивуються. Сюди відносять механічні прийоми обробки ґрунту для створення ґрунтової структури, деякі прийоми регулювання водного, повітряного та теплового режимів [26].

Технологічний метод вперше з'явився за відновлення земель після їх порушення. Цей метод полягає у підборі найбільш ефективних варіантів гірничотехнічної рекультивації, тобто відсипання порід у такому порядку, який би забезпечив кращі умови проростання сільськогосподарських культур та найшвидше введення відновлюваних земель у сільськогосподарське виробництво.

Кожен з цих методів впливає тією чи іншою мірою на властивості

земель, що рекультивуються, і процеси, що відбуваються в них. Найкращі результати можна отримати лише за правильного поєднанні всіх чотирьох методів [27].

При сучасному розвитку науки і техніки біологічний вплив на ґрунт не обмежується тільки перетворенням речовин, що містяться в ній, з недоступних форм у доступні, але дозволяє докорінно змінити її природні властивості. Наприклад, обробка багаторічних трав або внесення добрив на лесових породах дає можливість використовувати породу як ґрунт. У міру інтенсифікації землеробства все більшу роль у підвищенні родючості грають різноманітні прийоми впливу людини на ґрунти, а природні властивості набувають підлеглого значення [28, 29].

В умовах кар'єрів землі, що рекультивуються, перед здачею землекористувачам піддають агрохімічному обстеженню. Для загальної фізико-хімічної характеристики ґрунтів, що рекультивуються, в найбільш типових місцях бурять свердловини глибиною до 1,5-2 м. Зі свердловин пошарово через кожні 20 см відбирають зразки, в яких визначають механічний склад, питому і об'ємну вагу, склад водорозчинних речовин, гумус і рухомі форми поживних речовин (азоту, фосфору, калію).

## ***1.2. Методи та напрямки рекультивації***

Ціла низка нормативних документів була присвячена класифікації: порушених земель [30], малопродуктивних угідь [31], розкритих порід і вміщуючи порід для рекультивації [32]; придатності родючого шару [33], а також загальним вимогам: до рекультивації [34], до землеволодіння [35] та до охорони родючого шару [36].

Розроблено методика пошуку оптимальних напрямів рекультивації. Метод передбачав три етапи пошуку, на яких встановлюються технічно можливі, географічно доцільні та економічно ефективні напрямки рекультивації. Згідно з цією методикою на першому етапі повинен

проводитися аналіз характеристик порушених земель, що включають форму і параметри техногенного рельєфу, умови обводнення та зволоження, придатність порід для біологічного освоєння, який дозволяє виявити ступінь складності технічної підготовки їх до освоєння. Потім за ГОСТ 17.5.1.02-78 визначався можливий напрямок рекультивації [30].

Другий етап аналізованої методики передбачає встановлення доцільних напрямів рекультивації з погляду потреби регіону тих чи інших площах - «географічні умови рекультивації». Вони розглядаються у трьох аспектах: земельного балансу, екологічної рівноваги біомас рослин та соціальної оцінки в землях з точки зору потреб у них населення. Тут спірна навіть назва «географічні умови рекультивації», тому що ні кліматичні умови, ні геоморфологічні не беруть участь у встановленні напряму рекультивації, хоча облік попиту на землі безумовно необхідний.

Третій етап аналізованої методики - визначення економічної ефективності рекультивації земель - включає в себе ряд показників, визначити які не завжди можливо, наприклад, «соціально-екологічний результат - додатковий прибуток, одержуваний за рахунок забезпечення сприятливих умов проживання, включаючи усунуті, завдяки рекультивації, економічні збитки».

Якість рельєфу техногенної поверхні в роботі [37] у порівнянні з природною поверхнею рекомендувалося визначати за коефіцієнтом якості, який представляє собою дріб, в чисельнику якої добуток площі техногенного рельєфу на відносний коефіцієнт цінності рельєфу, а в знаменнику добуток площі тієї ж ділянки природного рельєфу до виконання гірничих робіт на той самий коефіцієнт цінності. Відповідно до цього автором запропонована систематизація техногенних поверхонь, що визначає рівень їх продуктивності «при розумному освоєнні». Ця класифікація, безумовно, може існувати, але вона не дає змоги визначити, в якому випадку які параметри техногенного рельєфу дозволять зробити його стійким, не завдаючи шкоди навколишньої території.

Існуюча в практиці землевпорядників класифікація угідь, заснована на

таких ознаках, як нахил поверхні, характер ґрунту та природні біотичні співтовариства [38], виділяє вісім типів земель, вказуючи при цьому форми їх використання, що гарантують збереження продуктивності зокрема, типи I і II - це рівнинні ділянки з хорошим родючим ґрунтом, які, вживаючи певні запобіжні заходи (сівозміни і стрічкові посіви), можна безперервно обробляти. Якщо йти таким шляхом, то можна повторити невдачу з рекультивацією гідровідвалу "Березовий Лог" [39]. Відомо, що поверхня гідровідвалу була пологою, близькою до горизонтальної. На неї було нанесено достатній шар чорнозему. Відповідно до існуючих класифікацій ця територія після рекультивації мала давати віддачу. Однак функціонування морфосистеми регіону стало перетворювати частину рекультивованої поверхні на болото, а прилегла до нього територія стала заростати відповідною рослинністю. Про жодне інше використання цієї території говорити зараз не можна. Ці чинники свідчать, що треба більше уваги приділяти обґрунтуванню форм і параметрів техногенного рельєфу. При цьому, безумовно, треба прагнути зменшення перепаду висот, виположування відкосів, що полегшує процес подальшого продуктивного використання рекультивованих земель.

У роботах [40-42] пропонуються різні технічні рішення щодо зменшення площі залишкових гірничих виробок. Заходи щодо виположування та рекультивації відвальних ярусів опубліковані в роботах [43, 44].

Вперше певне обґрунтування параметрів кута нахилу відвальних поверхонь через водно-вітрову ерозію наведено в роботі І.І. Руського [45].

Технології ведення рекультиваційних і планувальних робіт присвячено багато публікацій [46-48], у тому числі робота [49] рекомендує застосування гідромеханізації для цих цілей. Однак у жодній із зазначених публікацій не наводиться обґрунтування форм і параметрів технічного рельєфу з погляду геоморфології. Існуючий підхід до параметрів техногенного рельєфу призводить до того, що після рекультивації порушених гірничими роботами земель відбувається ціла низка негативних явищ, що повністю нівелюють

проведені роботи.

Насамперед це стосується самої поверхні, що рекультивується. Вона заболочується, як це відбувається на території колишнього гідровідвалу «Березовий Лог» Лебединського ГЗК КМА, і, незважаючи на значні витрати, не може бути використана у сільському господарстві. При рекультивації порушених земель розрізу «Моховський» з поверхні, що рекультивується, був змитий родючий шар.

Усі перелічені факти свідчать, що сформований техногенний рельєф не забезпечує пропуск опадів і паводкових вод у межах існуючої морфосистеми. Крім того, що формується поверхня повинна виключати такі природні процеси, як зсуви та ерозію.

На розрізі "Назаровський" також підтоплюються рекультивовані території. Має місце і такий факт, коли після рекультивації заболочуються вище лежачі, непорушені землі, або відбувається винесення гірських порід на сільгоспугіддя.

Розрізняють два основні види рекультиваційних робіт - гірничо-технічні та біологічні; у деяких випадках виділяють ще будівельні рекультиваційні роботи. Гірничо-технічна рекультивація, що здійснюється безпосередньо гірничими підприємствами, призначена для підготовки територій, що звільняються після розробки родовищ, або їх частин для різних видів освоєння. До неї входять: збереження ґрунтів рослинного шару, планування відвалів, виположування відкосів, влаштування дренажних мереж, у ряді випадків хімічна меліорація (вапнування, гіпсування), покриття поверхні відвалів, кар'єру, хвостосховищ шаром родючого ґрунту.

Біологічна рекультивація полягає у відновленні та підвищенні родючості площ, що рекультивуються. Відновлення родючості ґрунтів досягається за рахунок низки агротехнічних заходів, що відповідають топографічним, ґрунтовим гідрогеологічним умовам, що знову склалися.

Якість рекультиваційних робіт залежить від низки обставин, у тому числі від контуру поверхні, відсоткового вмісту у розкритті скельних порід, кількості сульфідів та інших токсичних для рослин мінералів у розкритих

породах. Найважливішою умовою біологічної рекультивації є кислотність ґрунтів.

Будівельні рекультиваційні роботи, що включають і біологічну рекультивацію, проводяться з метою використання площ кар'єрів і відвалів для промислового або цивільного будівництва, створення рекреаційних зон, штучних водойм різного призначення.

Лісогосподарський напрямок рекультивації найбільш доцільний у лісових районах з цінними породами дерев. Вона широко застосовується і в густонаселених місцевостях, і районах сільськогосподарського виробництва.

У водогосподарських цілях рекультивації підлягають переважно виїмки на земній поверхні, що утворилися внаслідок відкритої розробки родовищ. Умовами, що підвищують ефективність рекультивації, є: сприятливий ландшафт, стратиграфічний розріз поверхневих товщ порід та хімічний склад порід.

Санітарно-гігієнічний напрямок рекультиваційних робіт зазвичай застосовується на землях, які у своєму природному стані до порушень та після них не придатні для використання у господарстві. Усі процеси гірничотехнічної рекультивації переважно полягають у переміщенні значних мас гірничих порід (включаючи ґрунту).

Необхідність цих переміщень пов'язана з формуванням нової техногенної поверхні ландшафту і взаєморозміщення різних порід, що виключають можливість їх потенційного шкідливого впливу на природне середовище.

Слід зазначити, що рекультивація необов'язково має на меті відновлення початкового стану земель. Але вона має забезпечити ліквідацію несприятливих наслідків порушень, покращення природної та естетичної обстановки для людей. На рекультивованих землях доцільно також промислове та житлове будівництво, закладення парків та інших об'єктів відпочинку та туризму.

На рекультивованих об'єднаннями "Олександріявугілля", "Тулавугілля", "Кузбасвугілля" землях вирощується пшениця, картопля,



соняшник, плодово-ягідні, кормові та інші культури. На цих землях збирають високі врожаї картоплі, а на Орджонікідзевському гірничо-збагачувальному комбінаті створено Олександрівський ландшафтний парк із ставком. У парку висаджено 230 га лісу, що значно покращило стан повітряного басейну міста. Землі, що рекультивуються об'єднанням "Естонсланець", використовуються під ліс, а в Донбасі на них створені зелені зони навколо міст.

Біологічна рекультивація позначає низку заходів, націлених на створення умов, необхідних для формування ґрунту з усіма його незамінними функціями у районах, порушених у результаті діяльності людини. Ці заходи полягають, головним чином, у біологічній стабілізації ґрунтової поверхні для запобігання руху ґрунту, посиленню стійкості ґрунтової поверхні проти ерозійних впливів води та вітру та створенню ділянок, екологічно придатних для лісів та сільськогосподарських культур.

Таким чином, біологічна рекультивація полягає, головним чином, у контрольованій регенерації верхніх шарів безплідної, технічно рекультивованої поверхні порушених районів. Біологічна рекультивація є необхідною передумовою для формування шару гумусу, який і відрізняє живий організм – ґрунт – від безплідної землі.

Кінцевим та основним результатом процесу рекультивації, що завершується біологічною рекультивацією, є відновлення всіх важливих функцій ландшафту – екологічної, продуктивної, гігієнічної естетичної, житлової та багатьох інших, які були порушені або повністю зруйновані.

Основну частку земель при відкритому видобутку корисних копалин становлять землі, які займають гірничі виробки, зовнішні породні відвали, хвосто- і шламосховища. Скорочення площ зазначених порушень може бути досягнуто за рахунок зменшення параметрів та кількості антропогенних заглиблень та височин на земній поверхні.

Вочевидь, що з різних типів рекультиваційного відновлення земель необхідно застосовувати різні підходи до планування нового техногенного рельєфу. Також при різних завданнях відновлення земель важливість обліку основних рельєфоформуючих гідрометеорологічних показників не однакова.

Крім власне рекультивації земель важливим є контроль за порушеними землями ще в процесі їх використання і після основного етапу рекультивації (табл. 1.1) [50].

Таблиця 1.1 - Співвідношення важливості обліку гідрогеологічних та гідрометеорологічних показників при плануванні рельєфу.

Типи рекультиваційних завдань, типи відновлення та впливу на рельєф	Важливість обліку гідрометео показників з екологічної точки зору	Важливість обліку гідрометеопоказників з технічного погляду
Перепланування рельєфу після його використання та підготовка рельєфу для подальшого використання залежно від задач рекультивації	+/- (так як функції рельєфу, що відновлюється, часто не збігаються з початковими)	+ (щоб уникнути катастрофічних подій)
Планування рельєфу у процесі його використання:		
- планування бортів кар'єрів	-	+
- планировка гідровідвалів	+	+/-

З таблиці 1.1 видно, що основні завдання поділяються на кілька типів: безпосередньо рекультивація вже використаних земель та "передрекультивація", а точніше забезпечення безпечного функціонування земель, що використовуються.

### ***1.3. Сучасні способи та принципи рекультивації порушених гірничими роботами земель***

В даний час накопичено значний практичний досвід рекультивації територій, порушених в результаті ведення відкритих гірничих робіт, що базується на дослідженнях багатьох вчених.

Існуючий досвід проведення гірничотехнічної та біологічної

рекультивації на кар'єрах та відвалах узагальнено у роботах Ржевського В.В., Новожилова М.Г., Шапаря О.Г., Томакова П.І. У подальшому їх наукові праці знайшли розвиток у дослідженнях Гуменіка І.Л. [51, 52], Дороненка В.П. [53], Дріженка А.Ю. [54], Копача П.І. [55], Корсунського Г.Я. [57], Прокопенко В.І. [56], Пчолкіна Г.Д., Собка Б.Ю., Четверика М.С. [58] У них наведено дані про розміри площ, порушених відкритими гірничими роботами, а також розглянуто питання технології, механізації та організації рекультиваційних робіт в Україні та за кордоном.

У роботах Ржевського В.В. [59, 60] визначено раціональні шляхи вирішення проблем, пов'язаних із комплексним використанням мінеральної сировини та охороною навколишнього середовища. Алейниковим Л.Г. розроблено методику обґрунтування режиму технічної рекультивації земель, порушених при відкритій розробці горизонтальних та пологих вугільних родовищ [61]. Обґрунтуванню режиму технічної рекультивації територій, порушених внаслідок розробки крутоспадних та похилих пластів вугілля, присвячені дослідження Хон В.І. [62].

Раціональні схеми проведення рекультиваційних робіт за різних комплексів гірничотранспортного та відвального обладнання запропоновані в роботах Томакова П.І. [63].

Дослідження Овчиннікова В.А. [64] присвячені гірничотехнічній рекультивації поверхні відвалів за безтранспортної технології. У цій роботі даються рекомендації щодо скорочення обсягів планування відвалів, збереження та раціонального використання ґрунтів і потенційно родючих розкритих порід.

У працях Руського І.І. [65] досліджено питання технології та комплексної механізації при формуванні та рекультивації відвалів, викладено методику обґрунтування місця розташування відвалів з урахуванням цінності займаних земель та характеру використання територій відвалів після їх рекультивації, наведено технологічні схеми виположування відкосів зовнішніх відвалів.

Розрахункові моделі кількісної ерозії, що застосовуються в даний час для проектування параметрів техногенного рельєфу, розглянуті в роботах таких авторів, як Є.А.Кононенко, В.М. Супруна, Є.П. Щербакової, А.В. Руського [44, 45, 65] .

Робота Кононенко Ю.В. присвячено обґрунтуванню параметрів техногенного рельєфу під час рекультивації порушених гірничими роботами земель. Завданням є розробка методичних положень для технології формування стійкого техногенного рельєфу, що забезпечує рекультивацію територій порушених гірничими роботами [50].

Робота Кононенко О.Є. присвячена розробці технології виположування техногенних укосів засобами гідромеханізації. Метою роботи є розробка та обґрунтування параметрів керованого обвалення укосів засобами гідромеханізації при їх рекультивації.

Ідея роботи полягає в тому, що виположування техногенних укосів при одночасному нанесенні на їх поверхню потенційно родючих порід може бути здійснено за рахунок сил гравітації під впливом факторів зовнішнього навантаження та обводнення [66].

Робота Кононенко О.О. присвячена зниженню екологічного навантаження в районах відкритого видобутку корисних копалин при застосуванні засобів гідромеханізації. Мета роботи – розробка технологічних та технічних рішень ведення гідророзкривних робіт на кар'єрах, що забезпечують раціональне природокористування при зниженні ресурсоспоживання. Ідея роботи полягає в тому, що раціональне природовикористання при веденні гідророзкривних робіт на кар'єрах може бути досягнуто за рахунок розроблених нових технологічних та технічних рішень на основі повторного циклу водопостачання у вибої, формування екологічно адекватного рельєфу та вилучення будівельних матеріалів з гідросуміші розкривних порід [67].

За визначенням ландшафт - це генетично однорідний природно-територіальний комплекс, що характеризується відносною єдністю рельєфу з

породами, що утворюють його, ґрунтом, кліматом, водою, живими організмами і перебуває під впливом людини. Кожен ландшафт має свій індивідуальний зовнішній вигляд і внутрішню структуру, які залежать від основних ландшафтоутворюючих компонентів: зональних (клімат, ґрунти, рослинність, тваринний світ) та азональні (геологічна будова та рельєф). Рельєфоутворюючі або геоморфологічні, кліматичні, ґрунтові та інші процеси, що протікають у ландшафтній сфері, визначають його внутрішню структуру та розвиток. Внутрішня структура та характер сучасних ландшафтів значною мірою залежать від господарської діяльності та чисельності населення. Дуже часто соціально-економічний фактор у формуванні структури ландшафтів змінює його набагато швидше, ніж це робить сама природа.

Антропогенний етап розвитку ландшафту є характерним при будівництві рекреаційної зони. З метою комплексного ландшафтноекологічного підходу до формування антропогенного ландшафту доцільно забезпечити раціональне використання земельних ресурсів, збереження ґрунтової родючості та життєвого середовища.

Формування збалансованого співвідношення між експлуатацією, консервацією та покращенням земельного фонду ландшафту рекреаційної зони є значною самостійною роботою, яка має бути виконана при ТЕО проекту будівництва рекреаційної зони. Основними типологічними одиницями антропогенних ландшафтів є клас, тип, вид, група або тип урочищ.

Класи утворюються в антропогенних комплексах за видом діяльності. Ф.М. Мільков за родом діяльності людини поділяв ландшафт на 8 класів: промислові, сільськогосподарські, селітебні (мапоповерховий тип міського ландшафту, сільські селищні ландшафти, заводський тип міського ландшафту), дорожні, лісові, водні, рекреаційні, беллігеративні. В останні роки при рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами, почали часто будувати рекреаційні зони.

Рекреаційні зони (зони відпочинку), побудовані на територіях, порушених гірничими роботами, можуть бути прикладами закінченого рекультиваційного циклу. Рекреаційна зона створена в районі Олександрівського кар'єру для мешканців м. Орджонікідзе Дніпропетровської області.

У м. Міст, на місці одного з кар'єрів Північно-Чеського буровугільного басейну, рекреаційна зона крім традиційної водойми та озеленення включає і автодром.

З метою скорочення витрат на створення подібних відпочинкових зон доцільно будівництво рекреаційних зон поєднувати з процесами рекультивації вже в період ведення гірничих робіт [68, 69].

Технічні пропозиції щодо рекультивації гідровідвалу «Мохівський» на р. Ялинка включала заходи, спрямовані на створення техногенного рельєфу, подібного до природного [50]. Для цього передбачалося ліквідувати контруклон поверхні гідровідвалу щодо тальвегу долини р. Ялинка і змити три "мертві зони" в логах. З урахуванням вимог геоморфології ухил поверхні гідровідвалу після рекультивації не повинен перевищувати величини природної заболоченості в логах, що на території Моховського розрізу знаходиться в межах 0,030-0,035. Умови нерозмивності ґрунту в період паводку визначають граничний ухил поверхні 0,037-0,055 і 0,037-0,061 відповідно для другого та третього логів. У «мертві зони» гідровідвалу потрібно було вкласти 3286 тис. м. куб. породи. Для заповнення цих ділянок планувалося використовувати ґрунт, вийнятий при будівництві каналів надлишкової пропускної спроможності в колишньому руслі р. Ялівка, в урочищах Виноградівка та Стара Просека [50]. Пропускна здатність каналів розраховувалася для роботи в режимі природного водовідтоку, що сприяє інтеграції гідровідвалу в ландшафт.

#### 1.4. Практика створення водно-рекреаційних зон при рекультивації порушених земель

Відповідно до досвіду світової практики рекультивації штучна водойма повинна:

- володіти достатнім об'ємом води та глибиною (понад 10 м), що забезпечує нормальну озерну температурну стратифікацію. Велика глибина необхідна для запобігання небезпечної у літній час повної автотрофної циркуляції води. Мінімальна площа дзеркала становить 3 га

- бути захищений від припливу поживних речовин ззовні (стік добрив з полів), що викликають евтрофікацію водойми;

- мати плавні обриси та велику різноманітність глибин, необхідних для розвитку озерної фауни та флори, що очищає водойму від забруднення та забезпечує якість води;

- мати берегову лінію з плавними згинами, узгодженими з рельєфом місцевості. У зв'язку з цим у виробленому просторі кар'єру пропонується створення водойми.

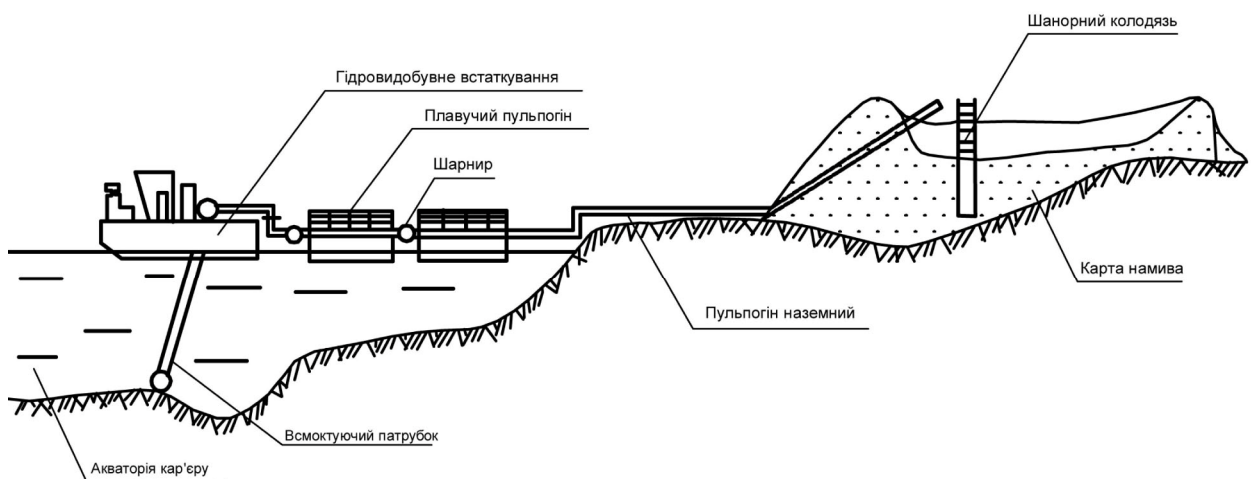


Рис. 1.1. Схема будівництва водно-рекреаційної зони

У придамбовій частині можуть бути організована зона відпочинку та пляж, а в протилежній частині - зона мілководдя для розвитку водної

рослинності та розмноження риб.

Пляж, при ширині 25 м, довжині 650 м матиме площу 3 га, що за існуючими нормами дозволить забезпечити відпочинок близько 1500 осіб. Для створення пляжу необхідно укласти сортований пісок, що виділяється із загальної маси. При вилученні ґрунту під територією майбутнього пляжу заглиблення проводиться не на 13,5 м, а на глибину не більше 5 м. На утворений таким чином щабель укладається сортований пісок. Підводній частині пляжу надається ухил 1:15, необхідний для забезпечення безпеки тих, хто купається.

Зона мілководдя розташовується біля протилежного пляжу берега і є місцем розвитку прибережної рослинності, нересту риб і зростання мальків. [70]

Гідромеханізований спосіб намівання потенційно родючих суглинків на порушених гірничими роботами землі дозволяє не лише поєднувати ведення розкривних робіт та рекультивацію, а й додатково здійснювати будівництво рекреаційних зон. При порівняно невеликих витратах гідромеханізація дає можливість створити штучну водойму та зону відпочинку на раніше порушених територіях та облагородити ландшафт [71].

Актуальним науковим завданням для формування водно-рекреаційної зони є обґрунтування її параметрів. Забезпечують нормальне функціонування водойми для рекреації та природного риборозведення, а також технології її будівництва та оптимальних режимів роботи технічних засобів.

Рекомендації щодо способів та принципів облаштування розроблено відповідно до основних положень стандартів, у т.ч. ГОСТ 17.1.5.02-80 «Охорона природи. Гідросфери. Гігієнічні вимоги до зон рекреації водних об'єктів», ГОСТ 17.5.3.03-80 «Загальні вимоги до гідролісомеліорації».

Зі збільшенням розмірів залишкових кар'єрних виїмок зростає і різноманітність можливостей їх використання. Для невеликих (менше 3 га) водойм, що виникли в залишкових виїмках, характерний екологічний дисбаланс, а їх рекультивація обходиться значно дорожче. Роботи тут



ведуться, як правило, безконтрольно та стихійно.

Важливим моментом формування та облаштування ландшафту є визначення форми майбутньої водойми. Істотну роль грають при цьому інтереси формування ландшафту.

В інтересах формування ландшафту, особливо при відпрацюванні чергового замкнутого контуру (кар'єру), слід вже в процесі доопрацювання, як уже вказувалося, поряд із засипанням і виположуванням укосних частин формувати плавні сполучення та заокруглення кутів-вигинів майбутньої берегової лінії (рис. 1.2) [72].

Зазначені прийоми необхідно враховувати до створення більш мальовничого ландшафту при рекультивації всіх типів виїмок за глибиною.

У сухих та помірно вологих залишкових кар'єрних виїмках, при санітарно-гігієнічному та рекреаційному напрямах рекультивації, формування звивистих обрисів крутих укосів уступів веде до пом'якшення нерухомості пейзажу.

У кар'єрах із високим рівнем води цей підхід слід враховувати з обмеженнями. У них формування пейзажу та інтеграція водойм у ландшафт відбуваються набагато легше і забезпечуються, найчастіше, створенням насаджень за контуром виїмки.

Інтеграція в ландшафт штучних водойм на місці залишкових кар'єрних виїмок силами природи відбувається дуже повільно, якщо відбувається взагалі.

Необхідно прискорювати цей процес шляхом цілеспрямованих робіт створюючи водоймища, що володіють привабливою силою як місце існування тварин і рослин і прекрасне місце відпочинку для людей. Приклад облаштування контуру водойми та принцип озеленення наведено на рис. 1.2 [72].

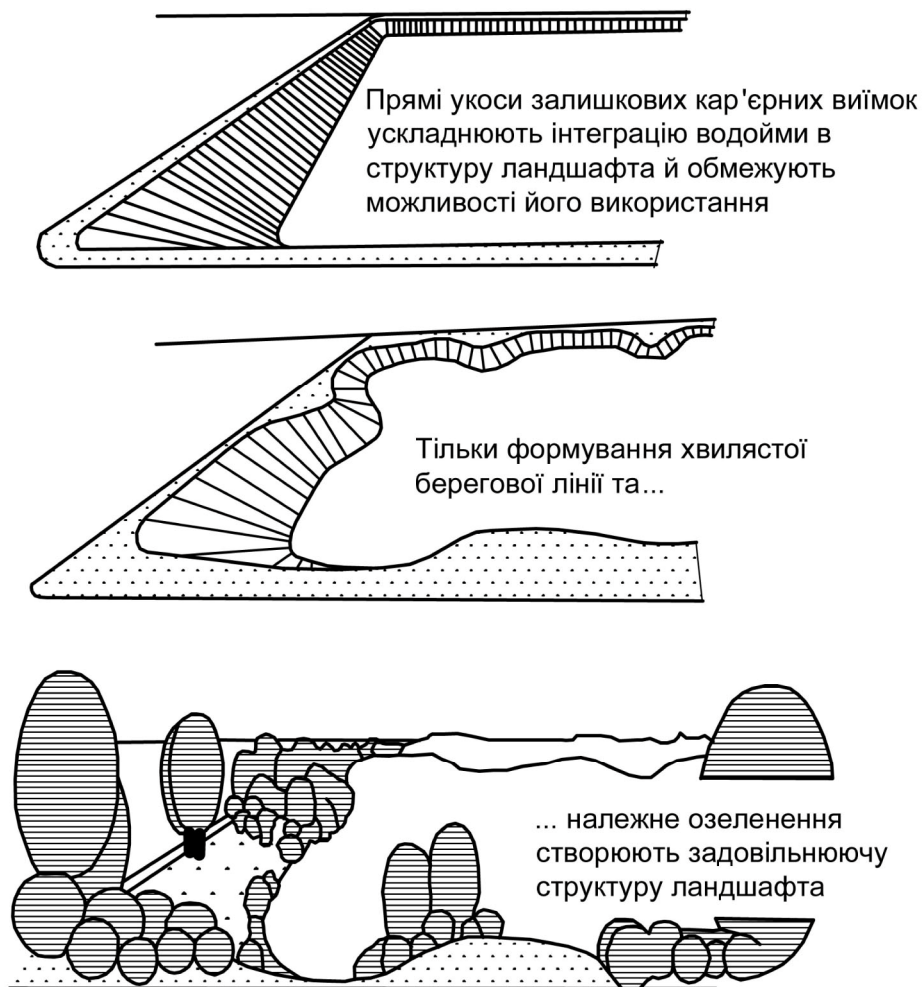


Рис. 1.2. Формування берегової лінії штучних водойм у залишкових кар'єрних виїмках

Відкосні частини кар'єрних виїмок та внутрішніх відвалів - головні фактори, що визначають можливість використання майбутньої водойми та її озеленення.

Інтереси ландшафту вимагають створення пологих схилів, форма яких залежить від запланованого спрямування використання водойми. Круті схили є джерелом небезпеки, ускладнюють озеленення та перешкоджають інтеграції кар'єру до структури ландшафту [72].

Там, де дозволяють геологічні умови, можна як виняток запланувати залишення недоторканими укоси уступів для створення місць проживання ластівок або зимородків. Ці частини обносять огорожею або ще ефективніше обсаджують колючим чагарником (рис. 1.3) [72].

Необхідно й економічно вигідно, як уже згадувалося, пологі схили створювати безпосередньо в процесі доопрацювання. Після закінчення робіт

будь-яке доопрацювання або виположування обходяться набагато дорожче і рідко призводять до оптимальних результатів. Особливо важко викладати укоси та уступи нижче рівня води в обводнених на той час кар'єрних виїмках.

Форма схилу визначається його подальшим використанням. Для водойм, призначених для купання, відпочинку та спорту потрібні пологі схили, ніж для тих, які будуть використовуватися для рибогосподарського спрямування або як природоохоронний резерват. У зонах відпочинку необхідно прагнути формування різних по крутості, тобто чергування пологих і більш крутих ділянок.

На рис. 1.4 [72] наведені профілі та параметри елементів схилів штучних водойм, створюваних у залишкових кар'єрних виїмках, а в табл. 1.2 [72] дано узагальнені дані морфометричних параметрів.

У межі водного простору схили мають бути особливо пологими з метою запобігання нещасним випадкам на воді та забезпечення розвитку рослинності, що служить для зміцнення берега. Крутизна у цьому місці має становити не більше 1:3 (33,3 %) на відстані не менше 1,5 м нижче за рівень води. На великій глибині схили можуть мати велику крутість, залишаючись стійкими тривалий час [72].

Над рівнем води, де ґрунт сухий, доцільно створювати уступи для прибережних доріг [72].

При великій глибині рівня води в кар'єрі необхідні, як правило, крутіші берегові укоси. Хоча й тут діє правило «чим покладніше, тим краще», але інтереси раціонального використання території та зменшення витрат змушують створювати круті укоси. Крутизна 1:2 (50 %) допускається, укоси крутістю 1:1,5 стійкі лише за умови відсипання контрфорсу та суцільної деревної рослинності.

Глибокі виїмки з крутими схилами великої протяжності повинні террасуватися не більше ніж через 5,0 м з оформленням смуги шириною 1,0 м (міркування безпеки та захисту від ерозії).

На противагу схилам глибоких виїмок при високому рівні води необхідно створювати якнайбільш пологі укоси, менше 1:3. Верхні кромки заокруглюють (рис. 1.4, 1.5) [72].

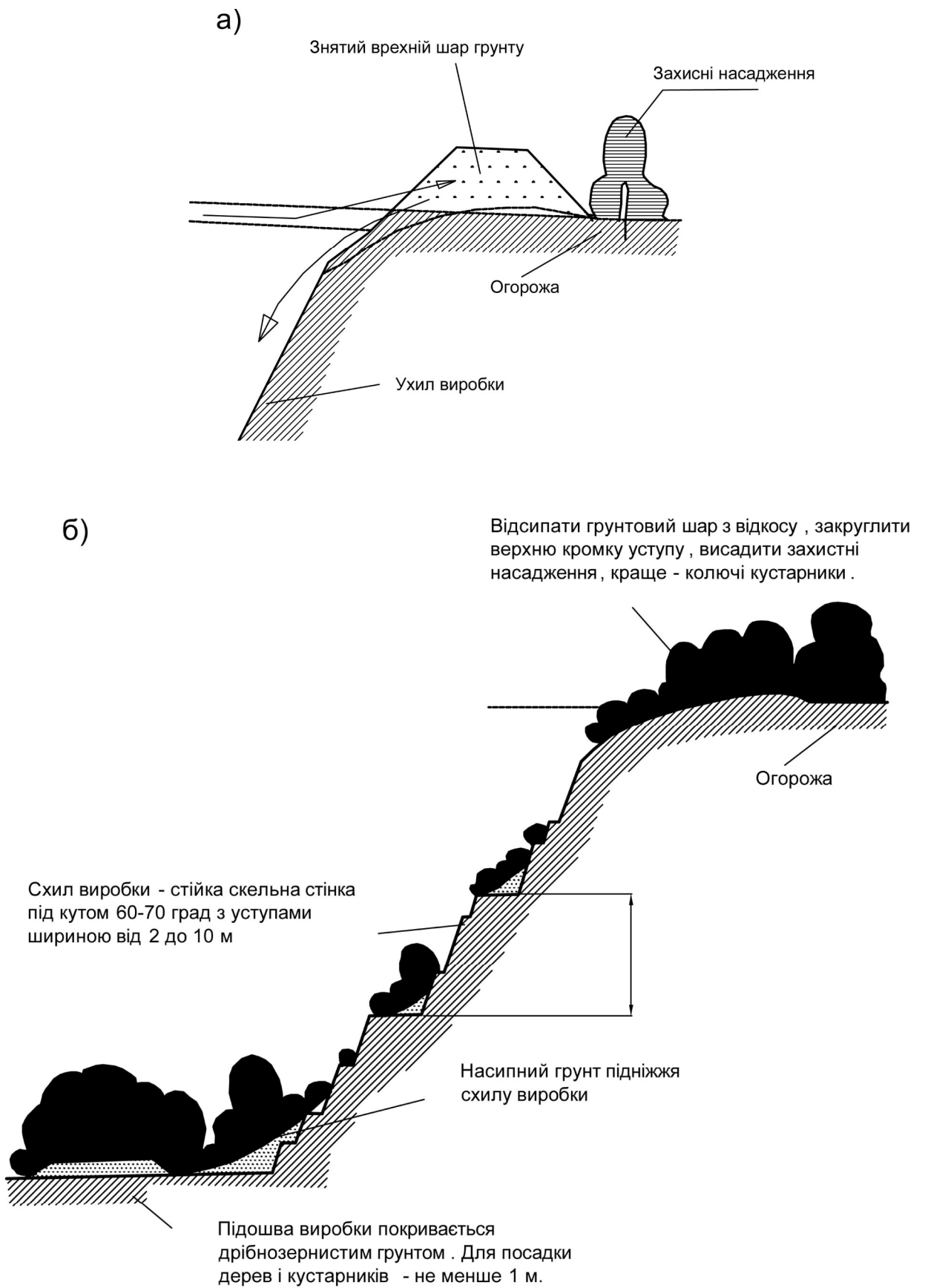
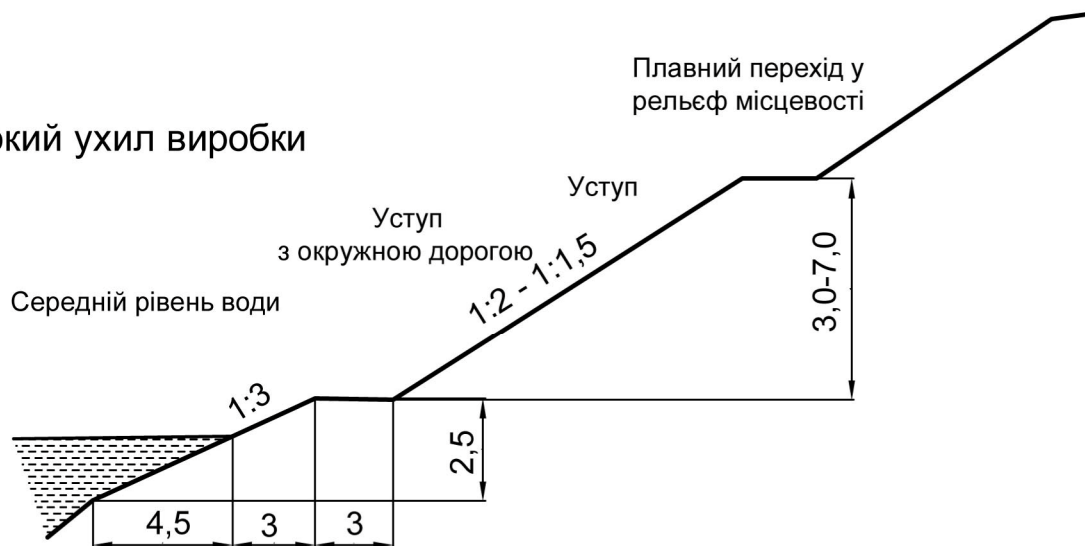
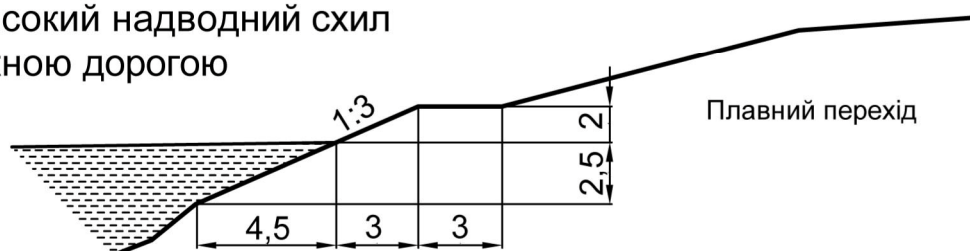


Рис. 1.3. Облаштування та озеленення крутих укосів залишкових кар'єрних виїмок зі скельними породами

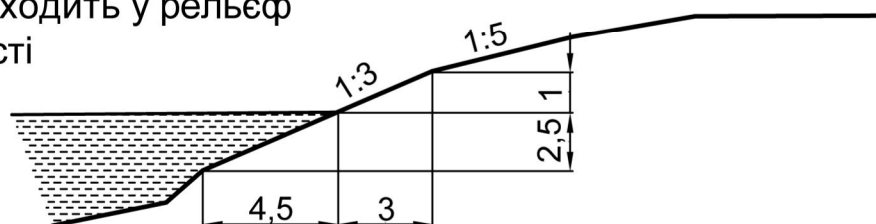
1. Високий ухил виробки



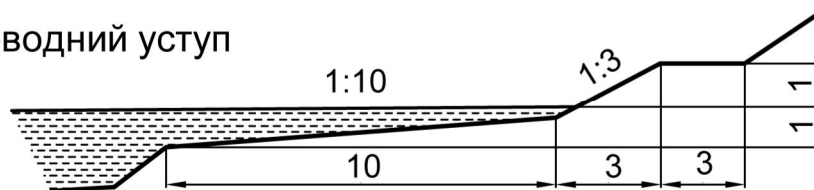
2. Невисокий надводний схил з оточуючою дорогою



3. Невисокий надводний схил, що переходить у рельєф місцевості



4. Мілководний уступ



5. Піщаний пляж з лужком (крутість не менше 1:10)

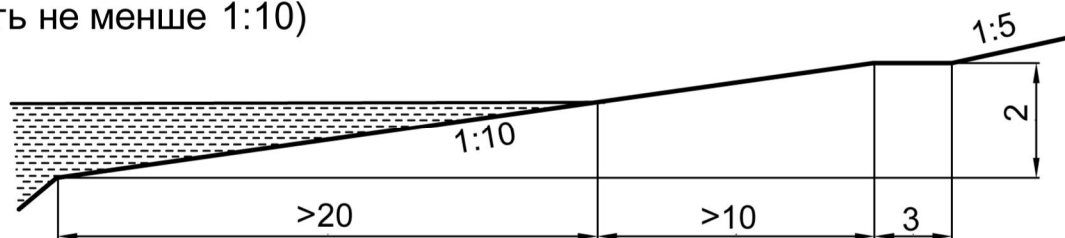


Рис. 1.4. Профілі та параметри схилів штучних водойм у залишкових кар'єрних виїмках

Таблиця 1.2 - Рекомендовані морфометричні параметри кар'єрних виїмок при водогосподарському напрямку рекультивациі

Найменування параметру	Значення
1. Тераси в кар'єрній виїмці (при створенні водойми): а)	
надводна зона	1,5
відстань від рівня води до першої тераси, м, не більше	
відстань між вищележачими терасами, м, не більше	7,0
ширина тераси, м, не менше	7,0
ухил укосу нижнього уступу, град., трохи більше	15,0
ухил укосів вищележачих уступів, град., трохи більше	25,0
б) підводна зона	
ухил укосу першого підводного уступу, град., трохи	15,0
горизонтальна ширина першого підводного ухилу, м, не менше	10,0
ухил укосу другого підводного уступу, град., трохи більше	25,0
ухил укосів наступних підводних уступів, град., трохи більше	45,0
2. Дрібноводна зона:	
ширина, м, не менше	30,0
глибина, м, не менше	1,5
довжина - 5-6% від периметра берегової лінії водоймища	
3. Потужність шару глини для ізоляції виходів пластів та шарів, непридатних за хімічним складом.	
порід, м, не менше	2,5

Схили, яким надано остаточну форму, перекривають ґрунтовим шаром. У тому числі й схили, які виявляться під водою. Озеленувальні роботи є завершальними. Навіть невелика затримка з роботами з озеленення веде до ерозії та руйнування укосів під ударами хвиль. Своєчасне зміцнення укосів шляхом посадки рослинності надзвичайно важливе саме на лінії рівня води, а також на високих крутих схилах.

Закріплення схилів в зоні рівня води, що коливається (найбільш схильні до руйнування внаслідок ударів хвиль), здійснюється створенням поясу верболозу і очерету в прибережній зоні (рис. 1.6) [72] та комбінованим способом (рис. 1.7) [72].



Рис. 1.5. Насадження на високих уступах кар'єрних виїмок

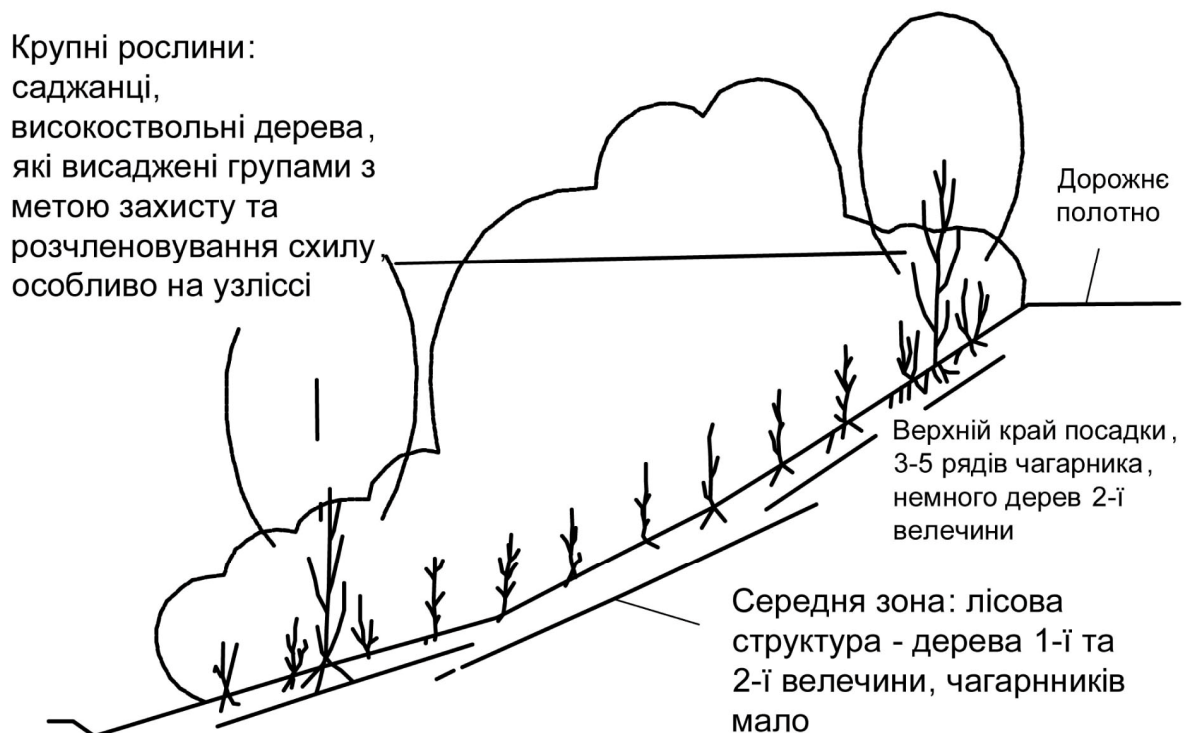


Рис. 1.6. Насадження на високих схилах внутрішніх відвалів кар'єрних виїмок

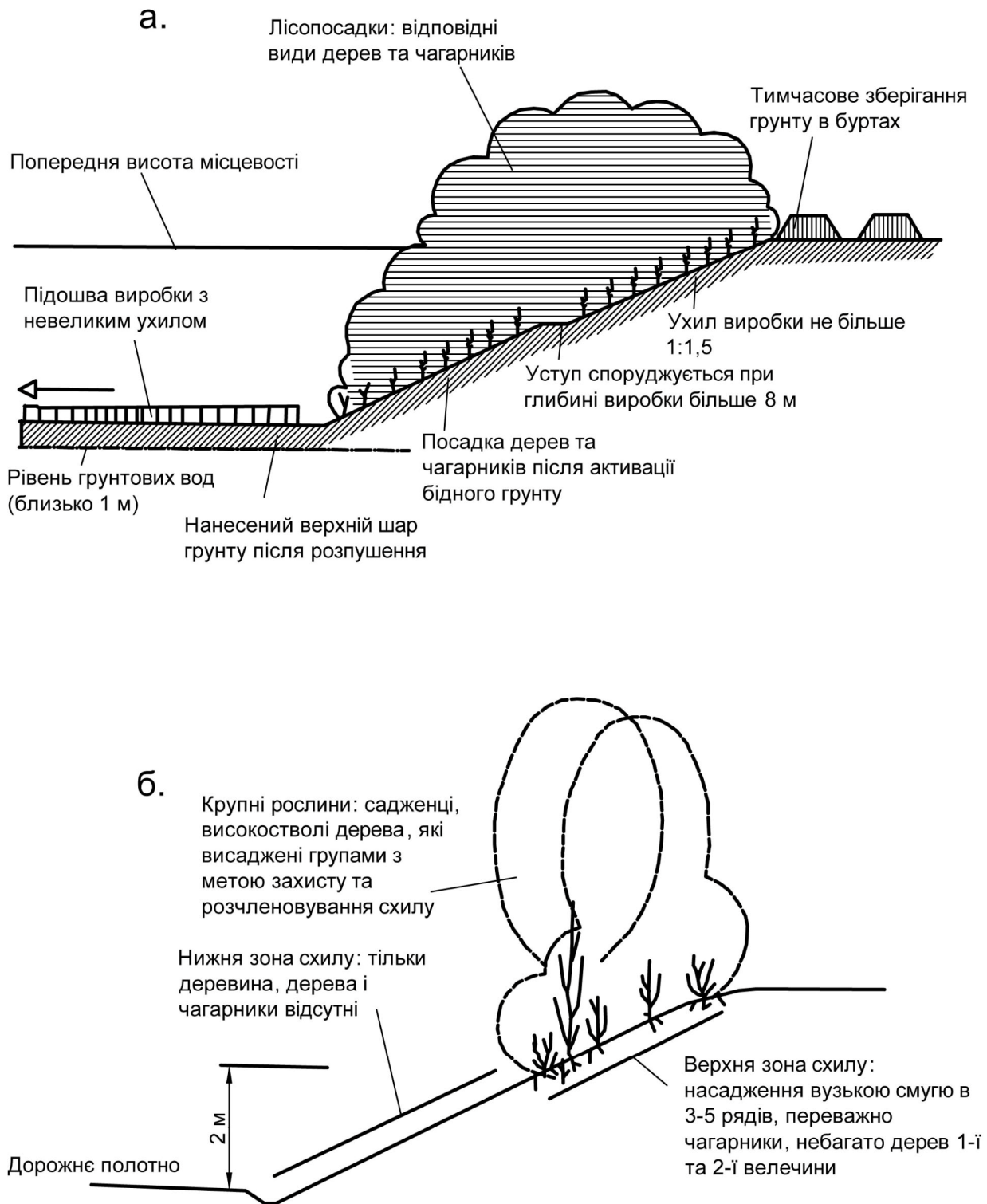


Рис. 1.7. Облаштування та озеленення уступів сухих та помірно зволжених неглибоких залишкових кар'єрних виїмок



Особливе завдання при будівництві доріг та організації ландшафту придорожньої зони - охорона лісових масивів, перш за все, зрозуміло, при прокладанні нових доріг лісовою незайманою місцевістю, при примиканні контуру залишкової кар'єрної виїмки до лісових масивів.

На такій території дорожнє будівництво завжди залишає за собою глибокі рани, що важко заліковуються. Тому вимоги відносяться насамперед до проектувальників, що визначають масштаби вторгнення до лісового масиву. Уздовж дороги обов'язково створюють зону безпеки на випадок падіння дерев, схильних до вітровалу. Використання цієї смуги залежить від виду дерев, а ширина її відповідає максимальній висоті дерев (рис. 1.8) [72].

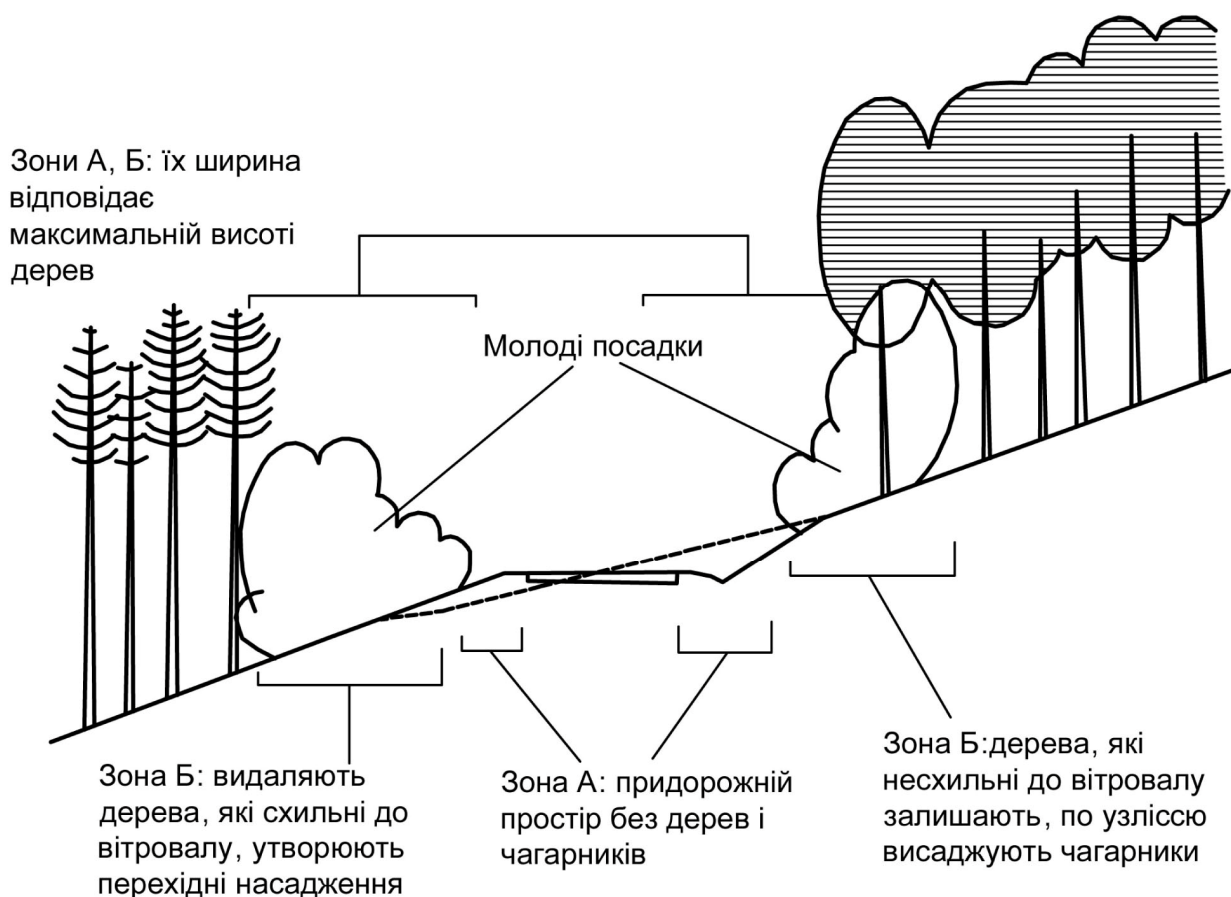


Рис. 1.8. Принципи створення придорожніх зон безпеки під час прокладання доріг для облаштування залишкових кар'єрних виїмок

## РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ РОБІТ

### *2.1. Принципи формування техногенного рельєфу під час рекультивації*

Рекультивація як «сукупність гірничотехнічних, інженерно-будівельних, меліоративних, сільськогосподарських та лісотехнічних робіт з метою повного відновлення порушеної денної поверхні» [70] передбачає кілька видів використання відновлених земель [73]:

1. Сільськогосподарське - під кормові угіддя (випаси, сіножаті та багаторічні трави), орні землі та багаторічні насадження;
2. Лісогосподарське - під лісонасадження загального господарського призначення та полезахисні;
3. Рекреаційне - під зони відпочинку, парки та лісопарки;
4. Природоохоронне та санітарно-гігієнічне - під протиерозійні лісонасадження та задерновані ділянки;
5. Будівельне - під майданчики для промислового та цивільного будівництва.

Усі техногенні форми рельєфу з їх створення залучаються до сфери дії геоморфологічних процесів, які у природних морфосистемах, і взаємодіють із нею. Природні морфосистеми, які отримали антропогенну складову, зазнають впливу з його боку [71].

Функціональне співвідношення чинників, процесів та рельєфу у природі показано на рис. 2.1 [50].

Багато дослідників при проектуванні техногенного рельєфу часто рекомендують відтворювати такі форми рельєфу, які знаходилися в динамічній рівновазі з домінуючим, тривало діючим геоморфологічним процесом [74, 75], наприклад, відтворювати зруйновану річкову мережу, надаючи руслам ухили, що забезпечують вирівнювання транспортної здатності [76].

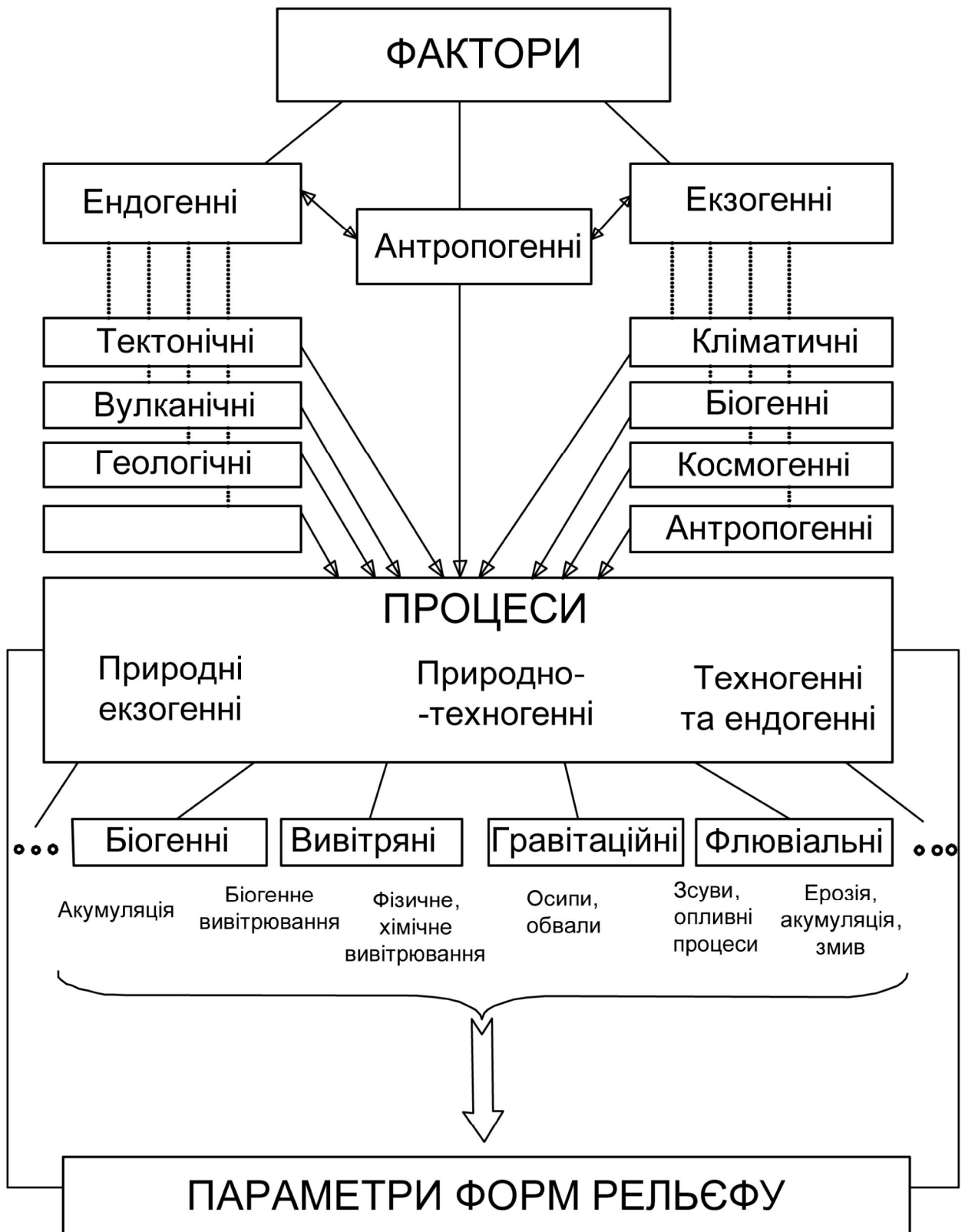


Рис. 2.1. Функціональне співвідношення факторів, процесів та рельєфу у природі

Відновлення рельєфу - це складне та багатогранне завдання. Першочергове завдання при плануванні техногенних форм рельєфу - формування, що відповідає основним функціям рекультивації. Залежно від завдань рекультивації застосування методик формування форм рельєфу може бути різним. Тільки розглянувши основні типи та завдання рекультивації можна з певною часткою впевненості говорити про ті чи інші методи розрахунку форм рельєфу.

Цілі рекультивації повинні гарантувати, що після гірничодобувної діяльності землі мають бути залишені у придатному стані. Для досягнення максимальної користі від відновлення земель після видобутку потрібне окреме планування. Форми рекультивації повинні брати до уваги потреби регіону та користь, яку отримують прилеглі землі. Усі ці вимоги регіонального та національного планового підходу до землі використовуються у загальному плані, в якому передбачено відновлення земель після видобутку.

Основні критерії повноцінної рекультивації такі:

1. Визначення використання земель. При цьому необхідно брати до уваги низку можливостей використання земель, регіональні та національні потреби. Гарантувати, що передбачуване відновлення підходить до існуючого ландшафту та використання землі типово для району.

2. Забезпечення безпеки як інженерної, так і екологічної.

3. Приготування для подальшого використання. Наявність верхнього шару ґрунту. Очищення, зрошення, дренаж, удобрення землі для посівів зерна.

4. Забезпечення продовження моніторингу й після проведення заходів щодо відновлення земель.

Існує ряд факторів, що визначають форму рекультивації та її завдання:

1. Природа рудника: чи є він поверховим чи підземним; тип рудної сировини; сухість чи обводненість; розмір та розташування.

2. Потреби регіону. Окремі райони матимуть очевидні недоліки чи

надлишки певних продуктів чи можливостей.

3. Взаємозв'язки довкілля та використання землі. Це означає необхідність брати до уваги регіональний ландшафт та можливі соціальні аспекти запропонованого нового використання.

Види відновлювальних робіт у кар'єрах наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Можливі види відновлювальних робіт у кар'єрах

Кар'єр	Довкілля	Можливі види та цілі відновлювальних робіт	Примітки	
У кар'єрах - гірничих виробок	Сільська місцевість	Відновлення ґрунту Сільське господарство Повторні лісонасадження Акваторія інфільтрації	Забезпечити хороший дренаж Проникне підґрунтя	
	Міські та приміські райони	Повторне наповнення (відходами) Контрольований викид  «Острівець» зелені - парк Житлова зона  Промислова зона Штучна водойма	Можливі проблеми, пов'язані із забрудненням. Розглянути питання подальшого використання повторно заповненої поверхні Забезпечити дренаж Те ж саме Невелика глибина Забезпечити дренаж Ущільнення дна	
В кар'єрах - на схлонах	Відкоси, що обсипаються	Всі види довкілля	Выполаживание откосов и повторное засаживание растениями	
	Скелясті укоси	Далека перспектива Тільки ближня перспектива	Зміцнення та обробка укосів, зрештою засаджується рослинністю	Штучна патина „Камуфляж” Створення рослинного маскування
	Дно кар'єру	Сільська місцевість	Повторне висаджування рослин (пасовище, сільське господарство)	Зрештою нанесення ґрунту
		Міські та приміські райони	Парк зелених насаджень Житлова зона Автомобільний парк Промислова зона Зона відпочинку	

Внаслідок проведення цих робіт порушені землі можуть бути використані в різних цілях. Дані типи використання відрізняються своїми особливостями, і застосуванням розрахункових методів для забезпечення раціонального планування рельєфу в кожному з цих типів необхідно проводити за певною для кожного з цих типів методикою. Типові завдання розрахунку параметрів форм рельєфу зводяться таким чином до трьох пунктів: 1) розрахунок параметрів форм рельєфу (в першу чергу ухилів) для забезпечення відсутності ерозії на схилі, що формується або існуючому; 2) розрахунок ухилів і параметрів малих ерозійних форм (при їх можливом утворенні в процесі подальшого розвитку схилу); 3) при існуючій ерозійній (русловій) формі - розрахунок балансу води території, для забезпечення природної функції даної форми рельєфу.

## ***2.2. Основні параметри системи розробки, що впливають на техніко-економічні показники рекультивації кар'єрів гірських порід***

Кінцевою метою рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами, є створення техногенного рельєфу з необхідною кількістю та якістю родючого шару ґрунту, що відповідає вимогам виконання робіт з біологічної рекультивації.

Успішне проведення робіт з біологічної рекультивації залежить від правильності виконання вимог, відповідно до яких повинен проводитися технічний етап відновлення порушеної поверхні, тобто обсяги робіт технічного етапу визначаються необхідністю подальшого біологічного освоєння земель.

Практика проектування та рекультивації кар'єрів будівельних гірських порід дозволили виділити такі основні вимоги, відповідно до яких має вестись технічний етап відновлювальних робіт:

1. Створення з відпрацьованої поверхні кар'єру рельєфу з ухилом, придатним для подальшого біологічного освоєння. Ухил приймається

відповідно для орних, пасовищних земель та цілей лісогосподарського освоєння 1-2°, 2-4° та 4-6°.

2. Виположування бортів кар'єру до заданих кутів. Кут виположування бортів кар'єру визначається залежно від цільового освоєння земель. При цьому мають бути забезпечені умови для роботи сільськогосподарської техніки, запобігання бортам від водної та вітрової ерозії, яроутворення та зсувних явищ. Для орних і пасовищних земель кут виположування бортів кар'єру приймається не більше 8-12°, з метою створення лісопаркових зон трохи більше кута природного укосу, для пляжної зони водойм різного призначення - не більше 3-8°.

3. Нанесення на підоснову відпрацьованого простору та борту кар'єру мінімально необхідного шару розкривних порід. Потужність розкривних порід визначається, виходячи з фізико-механічних властивостей порід відпрацьованого кар'єру і видами подальшого біологічного освоєння поверхні, що рекультивується.

4. Нанесення на поверхню, що рекультивується родючого шару ґрунту (потенційно родючих порід).

Мінімальна потужність шару, що наноситься, становить до 25-30 см, тобто дорівнює найменшому гумусованому шару, що втсановився, який використовується в сільському господарстві земель при створенні пасовищ.

Потужність родючого шару, необхідного для відтворення орних земель та лісогосподарської рекультивації, становить відповідно до 1 м і 1,5-2 м.

Отже, необхідність забезпечення ефективного ведення біологічного етапу рекультивації нерозривно пов'язані з певними витратами на технічному етапі відновлювальних робіт.

Практика проектування, розробки та рекультивації кар'єрів гірських порід показала необхідність розгляду технічної рекультивації не тільки, як етапу відновлення техногенних ландшафтів, а й як етапу розвитку загальної технології видобутку корисних копалин. Тому, розглядаючи цей етап як самостійний, можна дійти невтішного висновку, що він має задовольняти

вимогам біологічної рекультивації і враховувати вимоги виробництва видобувних робіт.

При порівнянні економічної доцільності того чи іншого варіанта рекультивації в якості основнго показника береться подорожчання собівартості видобутку 1 м<sup>3</sup> корисних копалин. Здорожчання собівартості видобутку, залежно від гірничо-геологічних, гірничотехнічних умов і прийнятої технології рекультивації змінюється в широких межах, становлячи від 0,1 до 20-30 коп. на 1 м<sup>3</sup> сировини, що видобувається.

Практика та проведені дослідження [77-82] показали, що на ефективність технічного етапу рекультиваційних робіт впливають такі основні параметри системи розробки: висота уступу; висота робочої зони; ширина робочого майданчика на розкривному та видобувному горизонті; довжина фронту робіт; кут виположування бортів кар'єру; кут укосу уступу.

### ***2.3. Вплив параметрів системи розробки на ефективність рекультиваційних робіт***

Терміни передачі рекультивованих ділянок землекористувачу залежать від багатьох факторів.

Проведений аналіз показав, що при одночасному відпрацюванні родовища декількома уступами на повну потужність, передача рекультивованих ділянок землекористувачу проводиться у перше п'ятиріччя після початку розробки родовища. При одноступному послідовному відпрацюванні цей термін відсувається практично до кінця розробки корисних копалин.

Терміни передачі перших рекультивованих ділянок визначаються [77]:

- при одноступному відпрацюванні ( $i=1$ )

$$T_{P1} = \left(\frac{H}{h_1}\right) \cdot t_{o.y.} + \frac{10^4 n_1}{S} (t_{o.y.} + t_2) + (b_6 + h_1 \cdot ctg\alpha) \cdot \frac{B \cdot t_{o.y.}}{S}, \text{ років} \quad (2.1)$$



$$\text{де } t_{o.y.} = \frac{S \cdot h_1}{A} - \text{період відпрацювання уступу, роки} \quad (2.2)$$

$n \geq (2 \div 4)$  - норматив передачі рекультивованих ділянок землекористувачу, га;

$t_2$  - період рекультивації нормативної ділянки, як правило, становить один рік;

$b_6$  - ширина робочого майданчика на видобувному горизонті, м;

$B$  - ширина кар'єру, м.

- при багатоуступному відпрацюванні ( $i=2$ )

$$T_{P2} = \frac{H}{h_1 \cdot S} \cdot (b_6 + h_1 \cdot ctg \alpha) \cdot B \cdot t_{o.y.} + \frac{10^4 n_1}{S} (t_{o.y.} + t_2), \text{ років} \quad (2.3)$$

На рис. 2.2 показано терміни передачі перших відновлених ділянок залежно від висоти уступу при одноступному ( $i=1$ ) та багатоуступному відпрацюванні родовища ( $i=2$ ). Графік побудований на основі виразів (2.1) і (2.3) для умовного кар'єру, що має ширину 400 м, довжину 1500 м, потужність корисних копалин 40 м, річну продуктивність 800,0 тис. м<sup>3</sup>.

Як видно з рис. 2.2, відпрацювання родовища декількома уступами (наприклад, коли  $h_1=5$  м) на повну потужність корисних копалин, дозволяє передати першу відновлювальну ділянку вже через 2,5 роки після початку експлуатації кар'єру (пряма  $i=2$ ), у той час як при послідовному одноуступному відпрацюванні цей період відсувається на більш тривалий термін.

Дані рис. 2.2 і виразів (2.1) і (2.3) показують, що застосування будь-якого проміжного варіанту (наприклад, одночасне відпрацювання двома 8м уступами не на повну потужність) не призводить до суттєвого поліпшення техніко-економічних показників рекультивації, оскільки терміни початку відновлювальних робіт більш ніж у 10 разів перевищують терміни в раніше розглянутому варіанті багатоступового відпрацювання.

З рис. 2.2 випливає, що збільшення висоти уступу на кожні 5 м призводить, при багатоуступному відпрацюванні, до незначного відсування (до 0,5 року) строків початку відновлювальних робіт та до скорочення

строків початку відновлювальних робіт у середньому на 10 років при одноступному відпрацюванні.

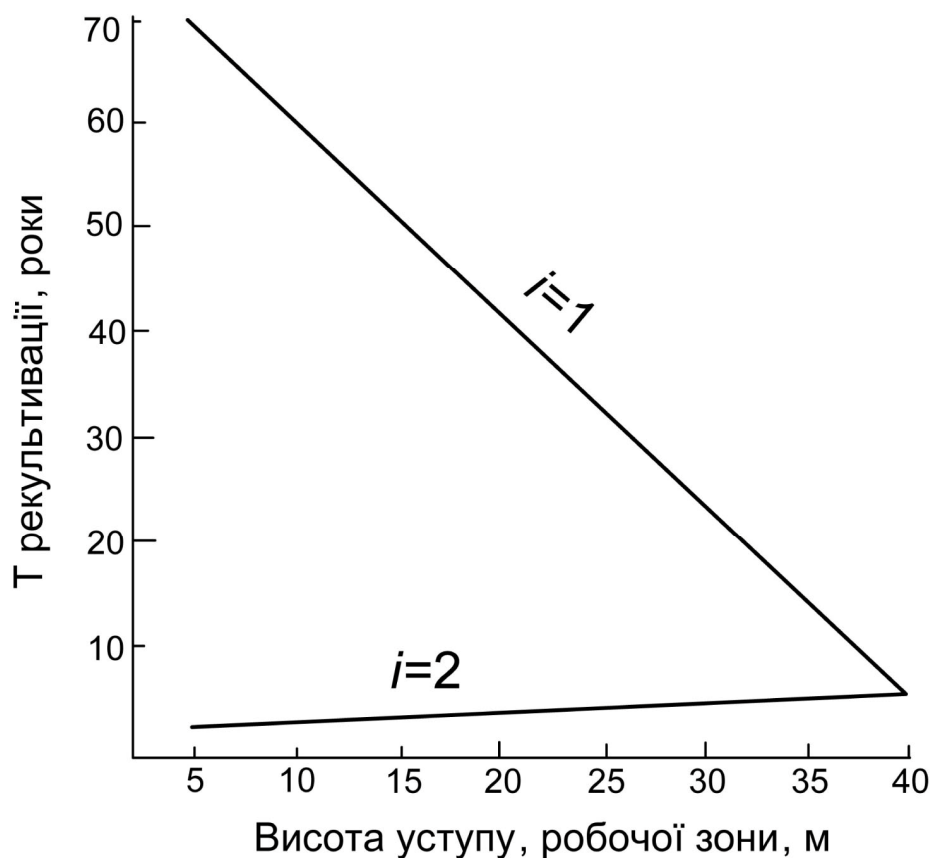


Рис. 2.2 Залежність термінів передачі перших відновлених ділянок від висоти уступу та робочої зони при одноступному ( $i=1$ ) та багатоуступному ( $i=2$ ) відпрацюванні родовища

Аналіз виразів (2.1) і (2.3) показав, що початок рекультиваційних робіт зі збільшенням кута укосу уступу на кожні 100 залишається на тому ж рівні при одноступному відпрацюванні і незначно скорочується при багатоуступному вийманні корисних копалин.

Виходячи з викладеного, можна стверджувати про необхідність багатоуступної розробки родовищ будівельних гірських порід при максимально допустимій висоті уступу. Пропоноване дозволить зменшити практичні терміни передачі відновлювальних ділянок у 7-10 разів порівняно з одноступною, значно покращити техніко-економічні показники

рекультиваційних робіт, зменшити шкідливий вплив гірничих робіт на довкілля [80, 81, 83, 84].

Однак, відпрацювання корисних копалин одночасно на повну потужність декількома уступами пов'язана зі збільшеними обсягами гірничо-капітальних та гірничо-підготовчих робіт. Дослідження [85] показали, що з позиції скорочення обсягів гірничо-капітальних робіт доцільно застосування одноступне відпрацювання родовищ.

Таким чином, вибір параметрів систем розробки родовищ будівельних гірських порід має базуватися на мінімумі сумарних наведених витрат при розробці та рекультивації кар'єрів, тобто

$$\sum C_{z.p.} = \frac{z_1 + z_2 + C_{e.y.} - A_{e.o.} - \Delta C_{e.y.}}{\rho} \rightarrow \min \quad (2.4)$$

де  $z_1$  - витрати на розробку корисних копалин та гірничо-капітальні роботи, грн;

$z_2$  - витрати на рекультивацію кар'єру, грн;

$\Delta C_{e.y.}$  - зменшення економічної шкоди від вилучення земель із поверненням відновлених ділянок, грн.

Практика показала, що у випадку рівності витрат у порівнюваних варіантах, необхідно віддавати перевагу багатоуступному відпрацюванню, що забезпечує найшвидше введення рекультивованих земель у народне господарство.

З виразів (2.1) і (2.3) випливає, що терміни початку рекультиваційних робіт значною мірою визначаються виробничою потужністю кар'єру.

На рис. 2.3 наведено графік залежності початку рекультиваційних робіт  $T_p$  від річної продуктивності кар'єру. Як видно із рис. 2.3 розробка корисних копалин з річним обсягом видобутку 800 тис. м<sup>3</sup> дозволить розпочати рекультиваційні роботи при багатоуступному відпрацюванні через 1,5 року, у той час як при одноуступному - через 20 років. Зі зменшенням річної продуктивності кар'єру на кожні 200 тис. м<sup>3</sup> терміни початку відновлювальних робіт збільшуються приблизно в 1,5-2 рази і досягають, наприклад, при  $A_{рiчн} = 400$  тис. м<sup>3</sup> відповідно 2,5 та 40 років.

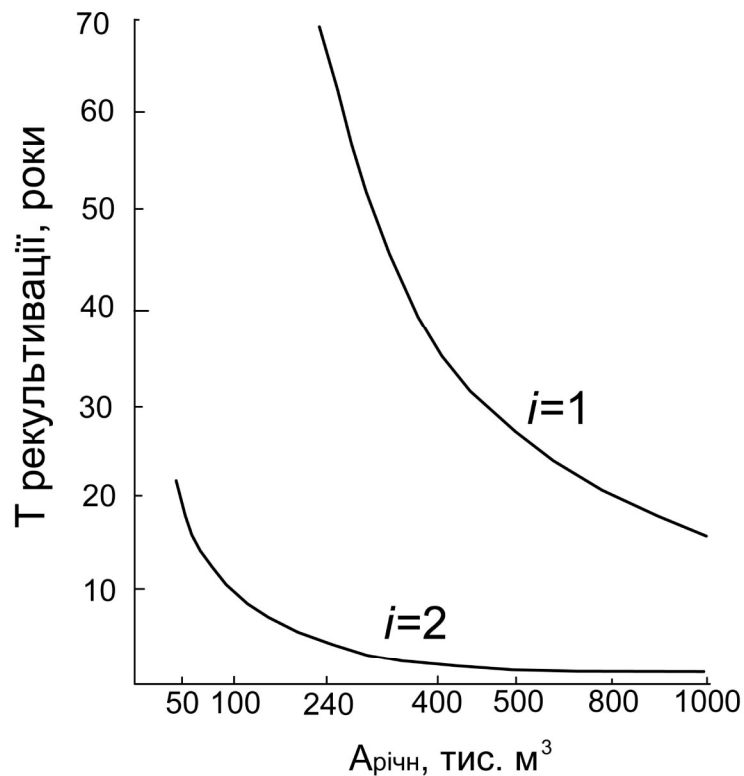


Рис. 2.3 Залежність термінів початку рекультиваційних робіт від виробничої потужності кар'єру при одноступному ( $i=1$ ) та багатоступному ( $i=2$ ) вийманні корисних копалин

Аналіз виразів (2.1)-(2.3), дані рисунка 2.3 вказують на необхідність об'єднання цілої низки кар'єрів, розташованих у безпосередній близькості один від одного з метою збільшення їх річної виробничої потужності.

При цьому, покращуються техніко-економічні показники розробки сировини, зменшується подорожчання собівартості видобутку за рахунок рекультиваційних робіт, обсяги та час перебування родючого шару ґрунту та розкритих порід у відвалах, де з часом вони втрачають свої первісні властивості [86]. Однак, збільшення виробничої потужності призводить до підвищення темпів порушення земель, що може бути компенсовано вибором раціональних параметрів системи розробки та порядку відпрацювання корисної копалини.

Висота уступу, висота робочої зони та техніко-економічні показники рекультиваційних робіт пов'язані наступним чином.

Розглянемо послідовне відпрацювання родовищ одним або декількома

уступами, загальна висота яких менша за потужність корисних копалин. У цьому випадку весь об'єм розкривних порід, у міру розробки родовища, переміщується у зовнішні відвали і в подальшому назад вивозиться на ділянки, що рекультивуються, в контурі кар'єру.

Об'єм розкривних порід, що переміщується у відвали з подальшим перевезенням на ділянки, що рекультивуються, визначається з виразу

$$V_1 = H \cdot S \cdot (1 - \delta), \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

де  $\delta$  - коефіцієнт втрат, що змінюється від 0,01 до 0,05 [32, 56].

Варто зазначити, що  $\delta$  є коефіцієнтом кількісних втрат, пов'язаних зі складуванням, навантаженням та транспортуванням розкриву і не враховує якісних втрат у період зберігання його у відвалах.

Економічні збитки від вилучення земель до введення перших рекультивованих ділянок [81], при цьому становитиме:

$$C_{e.y} = C \cdot S \cdot t_{o.y} \cdot \frac{H}{h_1} - n_1 \cdot C_1, \text{ грн} \quad (2.6)$$

З метою зменшення економічної шкоди від вилучення земель, якісних та кількісних втрат потенційно родючих порід і скорочення обсягів вторинного навантаження та транспортування розкривув з відвалу на відновлювані ділянки, можливо за рахунок переходу на багатоступне відпрацювання родовища. При багатоступній розробці на повну потужність корисних копалин об'єм розкриву, що укладається у відвал до початку відновлювальних робіт  $V_2$  менше, ніж при одноступній  $V_1$ . Однак, величина  $V_2$  змінна і залежить від кута укосу, висоти та кількості одночасно відпрацьованих уступів, а також довжини фронту робіт і ширини прийнятого робочого майданчика.

Залежність між обсягами розкривних порід, що укладаються у зовнішні відвали до виконання рекультиваційних робіт, висотою видобувного уступу і шириною робочого майданчика можна витразити наступним чином [81]:

$$V_2 = \frac{H \cdot B \cdot H_1}{h_1} (b_6 + h_1 \cdot ctg \alpha) + 0.5 \cdot H_1^2 \cdot B \cdot ctg \alpha, \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

Залежність економічної шкоди від вилучення земель до введення

перших рекультивованих площ [81] визначаємо за формулою:

$$C_{e.y.2} = 10^{-4} \cdot \frac{C \cdot H \cdot B}{h_1} (b_6 + h_1 \cdot ctg \alpha), \text{ грн} \quad (2.8)$$

Аналіз виразів (2.5)-(2.8) показує, що при багатоуступному відпрацюванні родовищ досягається значна ефективність рекультиваційних робіт, так як  $V_1 \geq V_2$  та  $C_{e.y.1} \geq C_{e.y.2}$ . З огляду на те що  $V_2 \leq V_1$  величина втрат буде незначна, тому у виразі (2.7) відпадає необхідність застосування коефіцієнта втрат.

На основі виразів (2.5)-(2.8) побудовано залежність обсягів розкривних порід, що розробляються та вивозяться у зовнішні відвали до початку рекультиваційних робіт та економічної шкоди.  $C_{e.y.}$  від висоти та кількості одночасно відпрацьованих уступів (рис. 2.4 а, б) при різних потужностях корисних копалин і прийнятому порядку відпрацювання.

При цьому для досліджень прийняті найбільш поширені на кар'єрах будівельних гірських порід висоти уступів (15 м, 10 м, 8 м, 6 м). Залежності побудовані для родовища, що має такі показники:  $B=300$  м;  $L=1200$  м;  $H=30$  м;  $H_1=0,7$  м;  $C=500$  грн/га.

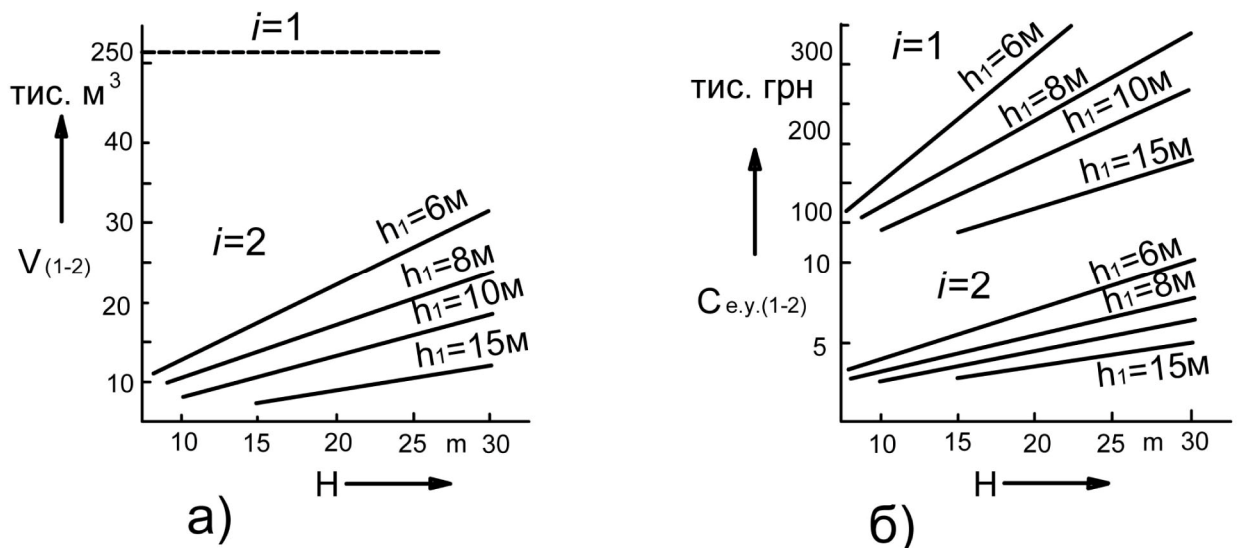


Рис. 2.4. Залежність обсягів розкривних порід, що вивозяться у зовнішні відвали до початку рекультиваційних робіт (а) та економічної шкоди при вилученні земель (б) від висоти уступу та робочої зони при різних потужностях корисних копалин та встановленого порядку відпрацювання

Як видно із рис. 2.4 та виразів (2.5)-(2.8), при переході на багатоступне відпрацювання обсяги розкривних порід, що виводяться у зовнішні відвали, скорочуються від 14 до 30 разів залежно від прийнятої висоти уступу, економічна шкода від вилучення земель зменшується до 40 разів.

При багатоступному відпрацюванні зі збільшенням висоти уступу на 2 м обсяги  $V_2$  скорочуються в середньому на 28%, а  $C_{e,y}$  зменшується в середньому на 25% та на 30% при одноступній.

Дані рис. 2.4 свідчать також про необхідність вибору висоти уступу з урахуванням потужності корисної товщі. Так, наприклад, розробка корисних копалин, потужністю від 15 м до 30 м з точки зору економічної шкоди, при 15 м уступах в середньому доцільніше, ніж при 8, 9 і 10 м уступах відповідно в 1,8, 1,6 та 1,4 рази. Об'єм порід розкриву, що перевозиться при цьому у відвал, зростає в середньому на 25% при висоті уступів 10 м; на 30-35% при висоті уступів 8-6 м.

Таким чином, як з точки зору ефективності більшості етапів технічної рекультивації, так і видобутку корисної копалини, розробку родовищ будівельних гірських порід доцільно вести високими уступами, одночасно на повну розвідану потужність.

Зі збільшенням глибини розробки, за рахунок заоткоски бортів зменшується площа підосви кар'єру, тим самим знижується економічна віддача порушених гірничими роботами земель.

Показник економічної віддачі відпрацьованого та рекультивованого кар'єру може бути визначений з виразу [81]:

$$A_{e.o.} = 10^{-4} \cdot C_1(S - H \cdot P \cdot ctg\beta), \text{ грн} \quad (2.9)$$

Показник  $A_{e.o.}$  залежить від кута укосу борту кар'єру, великим значенням якого відповідає велика величина економічної віддачі.

На основі даних аналізу впливу гірничогеологічних умов родовищ на ефективність відновлювальних робіт та вираження (2.9) побудовано графік

залежності економічної віддачі рекультивованого кар'єру від кутів укосу бортів кар'єру та глибини розробки (потужності корисних копалин) рис. 2.4. З виразу 3.9 випливає, що зі збільшенням проектної глибини розробки на кожні 10 м, економічна віддача рекультивованого кар'єру, внаслідок зменшення його площі знижується на 15-20%, а витрати на відновлювальні роботи зростають до 30-50%. Але в даному випадку, при заданих обсягах корисних копалин, можуть бути зменшені економічні збитки від вилучення земель та здорожчання собівартості видобутку. Економічна віддача кар'єру регулюється прийнятою висотою видобувного уступу.

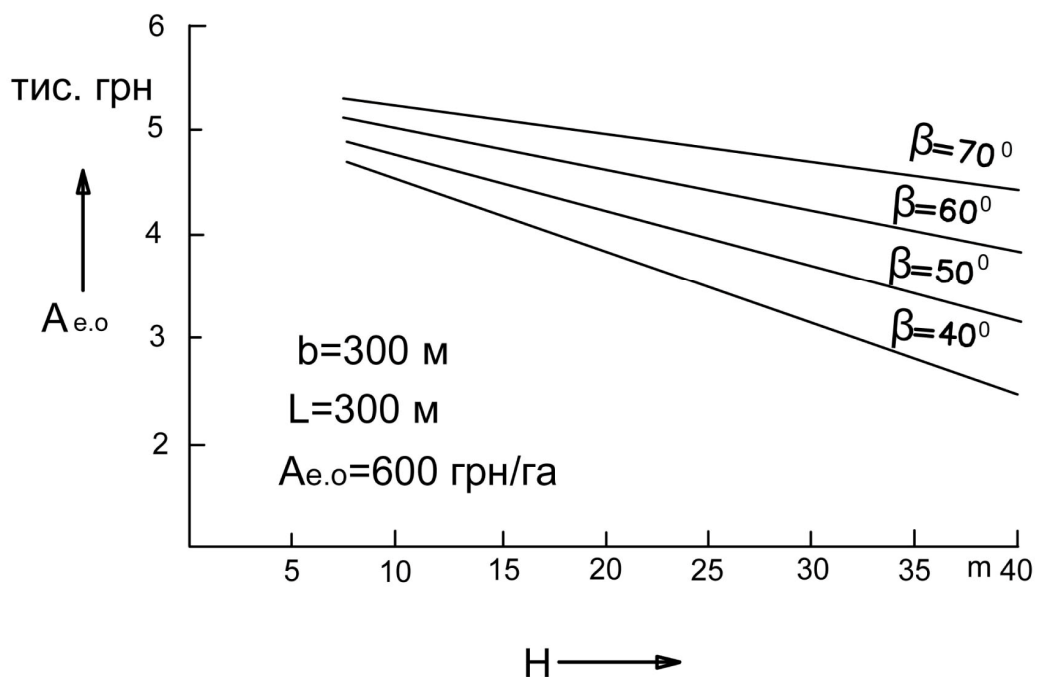


Рис. 2.5. Залежність економічної віддачі рекультивованого кар'єру від кутів укосу бортів кар'єру та глибини розробки

З рис. 2.5 видно, що відпрацювання корисної копалини, наприклад, уступом висотою 15 м, доцільніше, ніж 10 м уступом на 12-13%, проти 8 м уступом на 31-32%.

Збільшення висоти уступу, крім розглянутих позитивних факторів, має свою негативну сторону з точки зору витрат на виположування бортів кар'єру, що є одним з етапів рекультиваційних робіт. Відомо, що кут укосу борту кар'єру, що виположується  $\alpha_1$  встановлюється, виходячи з вимог



подальшого біологічного освоєння земель. Кут укосу борту кар'єру, в основному, визначається глибиною відпрацювання та висотою уступу. Розрахунковий обсяг робіт по виположуванню бортів кар'єру на 1 м його довжини визначається з виразу [78, 83, 87]:

$$V_{\bar{o}} = H \cdot h_1 \cdot K(ctg\alpha - ctg\beta) \quad (2.10)$$

де  $K$  - коефіцієнт виположування бортів кар'єру, що приймається при виположуванні зверху вниз 0,125, знизу вгору 0,5.

На кар'єрах будівельних гірських порід Казахстану найчастіше виположування проводиться зверху донизу, де розрахунковий середній коефіцієнт  $K$  становив 0,25.

У табл. 2.2 наведено дані розрахунків обсягів робіт з виположування бортів кар'єру на 1 тис. м периметра в залежності від висоти уступу при різних кутах виположування бортів кар'єру.

Таблиця 2.2 - Обсяги робіт з виположування бортів

Кут укосу борту, що виположується. ( $\alpha_1$ ), град	Обсяг робіт по виположуванню бортів кар'єру ( $V_{\bar{o}}$ , тис. м <sup>3</sup> ) при висоті уступу, м							
	8	9	10	11	12	13	14	15
10	72,0	92,9	118,0	144,4	174,6	207,2	241,6	280,4
20	25,3	33,9	45,0	56,2	69,5	84,0	98,5	116,3
30	9,0	13,3	19,5	25,4	32,8	40,9	48,5	59,0

З табл. 2.2 видно, що збільшення висоти уступу на 1 м призводить в середньому до зростання обсягів робіт з виположування бортів на 22, 25 і 32% при прийнятих кутах  $\alpha_1$  відповідно 10; 20 та 30°. Меншим значенням  $\alpha_1$  відповідає найбільша інтенсивність приросту обсягів робіт. Зі збільшенням кута укосу борту, що виположується, обсяги робіт зменшуються від 2,8 разів ( $h_l=8$  м) до 2,0 - 2,4 раз ( $h_l = 15$  м) [88].

На рис. 2.6 показано залежність обсягів робіт з виположування бортів кар'єру та обсягів розкривних порід, що вивозяться у зовнішні відвали до

початку рекультиваційних робіт від прийнятої висоти уступу, довжини екскаваторного блоку  $B_1$  та кута виположування бортів кар'єру. З рис. 2.6 слід, що з метою зниження обсягів робіт з виположування бортів кар'єру необхідно зменшення висоти уступів. Так, наприклад, для умов, коли  $\alpha_1=20^\circ$   $B_1=400$  м, точка перетину відповідає висоті уступу 12,5 м, при цьому обсяги робіт  $V_2=V_6=75,0$  тис. м<sup>3</sup>, перехід на уступ заввишки 10 м призведе до того, що  $V_6=45$  тис. м<sup>3</sup>, а  $V_2 = 90$  тис. м<sup>3</sup>, тобто змінюється відповідно у 1,7 та 1,2 рази. Для кутів виположування борту кар'єру  $10^\circ$ ,  $20^\circ$  й  $30^\circ$  точки перетину спостерігаються відповідно при висоті уступу 9 м, 12,5 м и 15,5 м [88].

З виразу (2.10) та табл. 2.1 слід, що обсяги і відповідно витрати на виположування бортів зростають так само з поглибленням робіт, тим самим підтверджується необхідність попереднього техніко-економічного обґрунтування глибини розробки, кута укосу та висоти уступу.

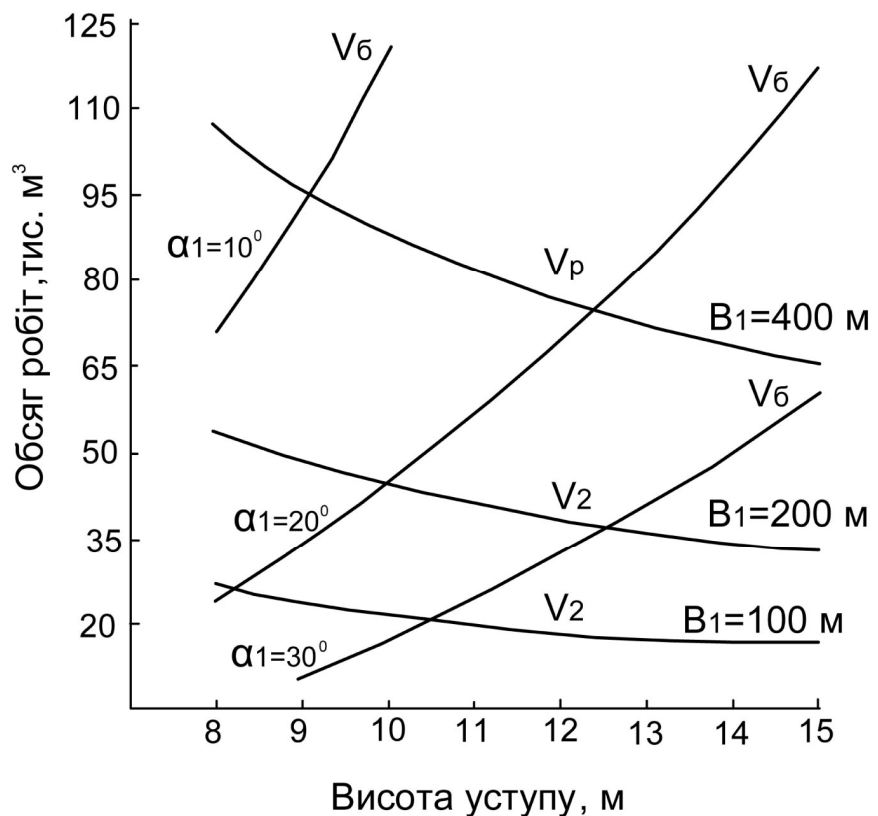


Рис. 2.6. Залежність обсягів робіт з виположування бортів кар'єру та обсягів розкривних порід, що вивозяться у зовнішні відвали до початку рекультиваційних робіт від висоти уступу, довжини екскаваторного блоку та кута виположування бортів кар'єру

Робочі майданчики на кар'єрах будівельних гірських порід застосовуються з використанням наскрізної, тупикової та кільцевої схем руху автотранспорту. За рівних умов, ширина робочої площадки з кільцевим розворотом в середньому на 35-40% більше, ніж з тупиковим і на 60-70% більше, ніж при наскрізному русі транспорту [89].

Практика показала, що застосування того чи іншого порядку відпрацювання відповідної їй ширини робочого майданчика визначає ефективність рекультиваційних робіт. На рис. 2.7 наведено залежність витрат на вторинне навантаження і транспортування розкритих порід з відвалу на поверхню, що рекультивується (пряма 1) і величини економічної шкоди від вилучення земель (пряма 2) від ширини робочого майданчика. Графік складений для умовного кар'єру, що має ширину 200 м, глибину 40 м та економічну віддачу 1 га земель 2,0 тис. грн., де передбачено багатоступне відпрацювання корисних копалин. Як видно із рис. 2.7 та виразів (2.7), (2.8) збільшення ширини робочого майданчика на 10 м пов'язане зі зростанням обсягів та витрат на вторинне транспортування розкритих порід та економічної шкоди від вилучення земель відповідно в середньому на 35 і 20%.

З виразів (2.1) і (2.3) випливає, що зменшення ширини робочого майданчика на кожні 25% призводить до скорочення термінів передачі перших рекультивованих ділянок в середньому на 16%. Було встановлено, що при одноступному відпрацюванні розміри робочого майданчика не мають практичного впливу на техніко-економічні показники відновлювальних робіт.

Таким чином, прийнята мінімальна ширина робочого майданчика при багатоступному відпрацюванні, що забезпечує безпеку робіт та нормальні умови для експлуатації гірничотранспортного обладнання, дозволить скоротити витрати на рекультивацію відпрацьованих родовищ.

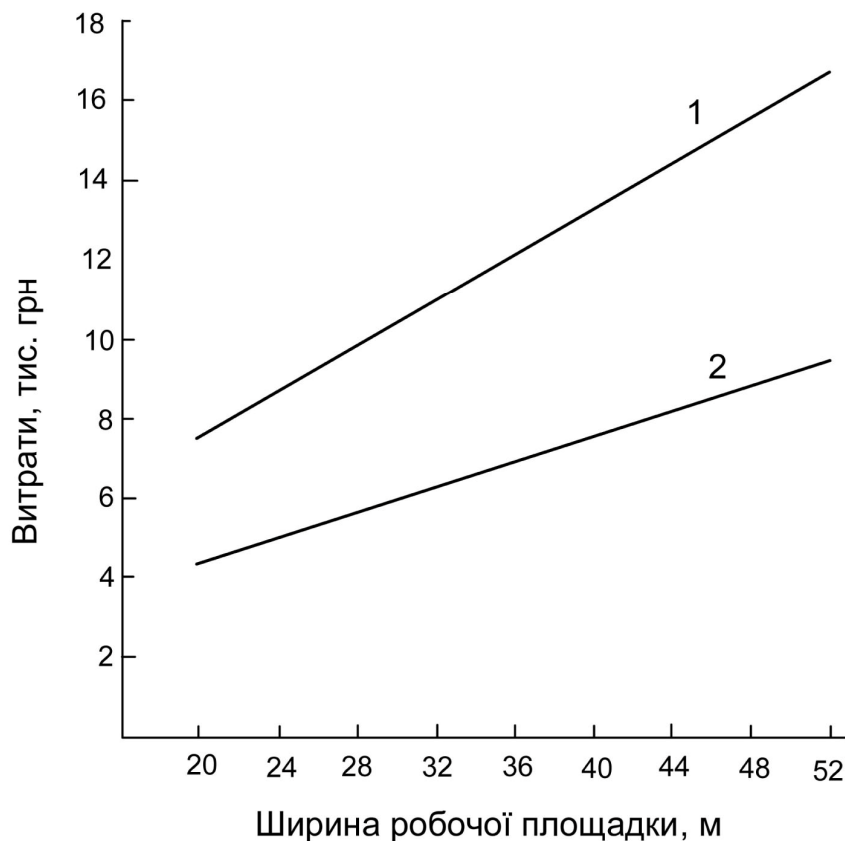


Рис. 2.7. Залежність витрат на вторинне навантаження та транспортування розкривних порід з відвалу на поверхню (1), що рекультивується, та економічної шкоди при вилученні земель до введення перших відновлених ділянок (2) від ширини робочого майданчика

Кут укосу уступу поряд з іншими елементами системи розробки визначає рівень витрат та економічну ефективність рекультивації. Нормативний кут укосу уступу в залежності від конкретних гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов відпрацювання може змінюватися від 35 до 80° [90, 89].

Встановлено, що збільшення кута укосу уступу на 10° призводить до наступного:

1. Терміни передачі перших відновлених ділянок скорочуються від 3 до 5% (2.1-2.3).
2. Економічний збиток від вилучення земель зменшується в

середньому на 8% (2.8).

3. Економічна віддача рекультивованого кар'єру з допомогою приросту площ зростає на 6-7% (2.9)

4. Зменшуються обсяги розкривних порід, що транспортуються у зовнішні відвали, але зростають обсяги робіт з виположування бортів рекультивованого кар'єру (2.7, 2.10).

На рис. 2.8 наведено залежність обсягів розкривних порід, що транспортуються у зовнішні відвали  $V_2$  та обсягів робіт з виположування бортів кар'єру  $V_6$  від кутів укосу уступу. Залежність побудована для кар'єру, що має потужність корисних копалин 20 м, розкриву 1,5 м, висоту уступу 10 м, кут виположування борту прийнятий рівним  $20^\circ$ . Розрахунки зроблено на 100 пог. м периметра та ширини кар'єру. З рис. 3.7 видно, що зі зростанням кута укосу уступу на  $10^\circ$ , показник  $V_2$  зменшується в середньому на 9%, але при цьому збільшуються обсяги робіт з виположування бортів кар'єру в середньому на 18% [88].

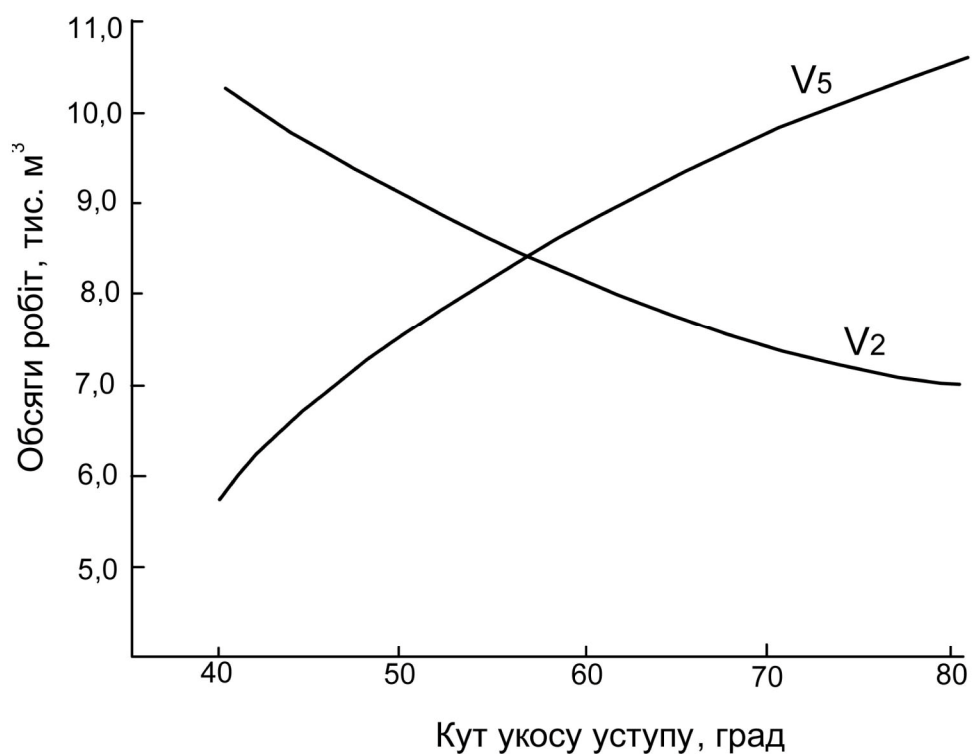


Рис. 2.8. Залежність обсягів розкривних порід, що вивозяться у зовнішні відвали та обсягів робіт з виположування бортів кар'єру від кутів укосу уступу

Найменшим значенням кутів укосу уступу відповідають максимальні обсяги розкривних порід, що вивозяться у відвали та найменша інтенсивність приросту обсягів робіт з виположування бортів кар'єру. Виявлені суперечливі фактори показують необхідність вибору такого кута укосу уступу, коли буде досягнуто найбільшої ефективності рекультиваційних робіт.

Встановлення раціональної довжини фронту робіт, як показали дослідження, дозволить покращити техніко-економічні показники відновлення порушеної поверхні.

У роботі [91], у нормативно-довідковій літературі [89] рекомендовано, при автомобільному транспорті, за умовами організації буровибухових робіт та безпеки руху, мінімальну довжину екскаваторного блоку приймати 100-250 м.

У роботі [92] рекомендовано мінімальну довжину екскаваторного блоку приймати рівною 80-140 м.

З точки зору рекультивації родовищ відомо дослідження [93], де розробку родовищ рекомендується проводити при мінімальній довжині екскаваторного блоку, що забезпечить скорочення часу з початку будівництва кар'єру до моменту внутрішнього відвалування, проте достатніх обґрунтувань не наводиться.

На кар'єрах будівельних гірських порід довжина фронту робіт зазвичай дорівнює довжині екскаваторного блоку.

У виразах (2.3), (2.7), (2.8) довжина фронту робіт, при визначенні термінів передачі перших рекультивованих ділянок землекористувачу, обсягів розкривних порід, що вивозяться у відвали до виробництва відновлювальних робіт та економічної шкоди від вилучення земель, умовно прийнята рівної ширині кар'єру.

Проведені дослідження показали, що при одноступному відпрацюванні встановлена довжина фронту робіт не робить практичного впливу на техніко-економічні показники відновлювальних робіт.

На рис. 2.9 наведено графіки залежності строків передачі рекультивованих ділянок землекористувачу (а), економічної шкоди від вилучення земель (б) та обсягів розкривних порід  $V_2$  (в) залежно від

прийнятої довжини фронту робіт (довжини екскаваторного блоку) при багатоуступному відпрацюванні. З рис. 2.6 та 2.9 видно, що зі зменшенням довжини фронту робіт на 50 м терміни передачі рекультивованих ділянок, економічні збитки від вилучення земель та обсяги розкривних порід, що вивозяться у відвали, скорочуються в середньому на 10%, 43% та 40% відповідно, при цьому за рахунок зменшення термінів початку рекультиваційних робіт підвищується економічна віддача кар'єру за тимчасовим фактором.

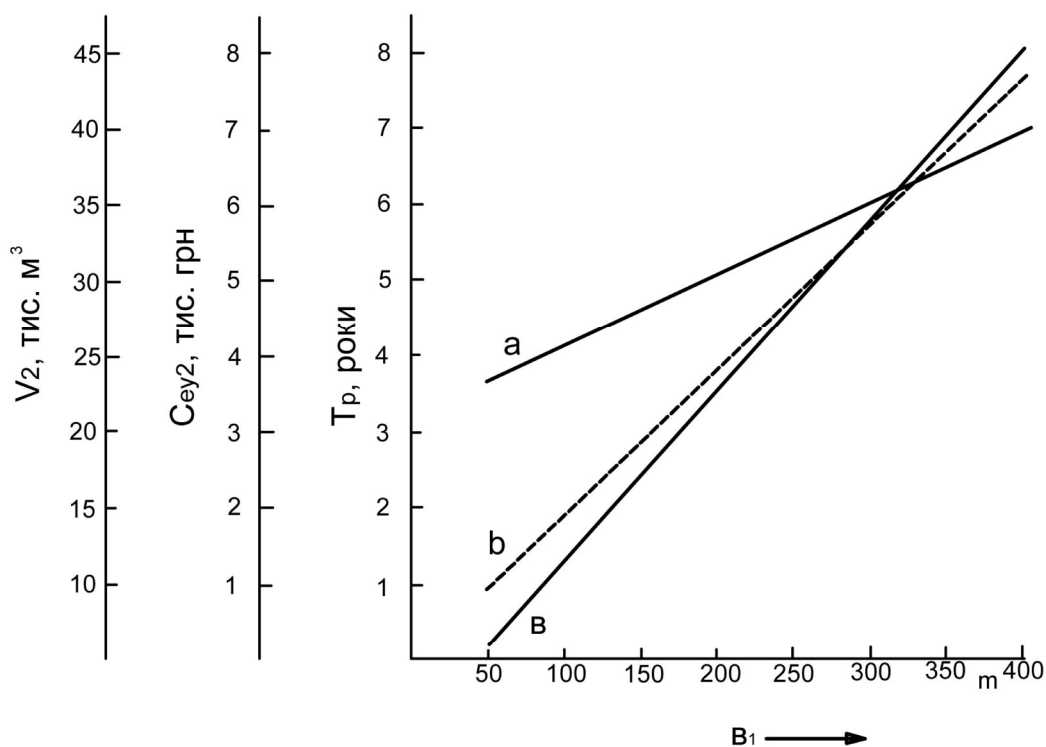


Рис. 2.9. Залежність термінів передачі рекультивованих ділянок землекористувачу (а), економічної шкоди при вилученні земель (б) та обсягів розкриву, що вивозяться у зовнішні відвали (в) від довжини фронту робіт

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.

Проведений аналіз показав, що при виборі параметрів систем розробки необхідно враховувати ряд суперечливих положень, пов'язаних з розробкою та рекультивацією родовищ гірських порід:

1. Збільшення проектної глибини відпрацювання корисних копалин при заданому обсязі запасів призводить до зменшення економічної шкоди від вилучення земель, але при цьому знижується економічна віддача рекультивованого кар'єру і збільшуються витрати на відновлення порушеної поверхні.

2. Проектні обсяги запасів корисних копалин до встановлених меж сприяють зменшенню подорожчання собівартості видобутку  $1 \text{ м}^3$  сировини за рахунок відновлювальних робіт, після чого спостерігається підвищення витрат на рекультивацію, пов'язане зі зростанням периметра кар'єру.

3. Збільшення виробничої потужності кар'єру пов'язане зі зменшенням собівартості видобутку  $1 \text{ м}^3$  сировини, термінів початку рекультиваційних робіт, підвищенням коефіцієнта активного використання земель, але при цьому зростають темпи порушення земель, що може бути компенсовано збільшенням висоти уступу та робочої зони.

На основі висновків можна сформулювати наступні рекомендації відносно подальшого розвитку питання підвищення ефективності технології відвалоутворення розкривних порід:

1. Встановити основні закономірності зміни витрат на рекультивацію залежно від прийнятих параметрів елементів системи розробки.

2. Обґрунтувати технологію гірничотехнічної рекультивації, що забезпечує еколого-економічну ефективність, з позиції їх суміщення з комплексом розкривних робіт.



## Бібліографія.

1. Півняк Г.Г. Наукові основи раціонального прирокористування при відкритій розробці родовищ / Г.Г. Півняк, І.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.І. Панасенко - монографія. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. - 2011. - 568 с.
2. Собко Б.Ю. Дослідження структури порушених відкритою розробкою земель й пошук шляхів вдосконалення рекультивації залишкових виробок кар'єрів / Б.Ю. Собко, О.В. Ложніков // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. - 2015. - № 49. - С. 74-80.
3. Головне управління Державного агентства земельних ресурсів: Офіційний веб-сайт. - Режим доступу: <http://land.gov.ua>.
4. Хумарова Н.І. Складові та тенденції формування екологоорієнтованого управління в Україні: монографія / Н.І. Хумарова. - Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2010. - 200 с.
5. Балюк С.А. Концепція рекультивації земель, порушених за відкритого та підземного видобутку корисних копалин: Міністерство аграрної політики та продовольства України. Національна академія аграрних наук України. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського. Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара. Дніпропетровський державний аграрний університет / С.А. Балюк. – Харків, 2012. - 50 с.
6. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 р. // Відомості Верховної Ради України. - 1991. - №41.
7. Шапар А.Г. Сталий розвиток та досвід його обґрунтування інститутом проблем природокористування та екології НАН України / А.Г. Шапар // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. - 2012. - № 15. - С. 6-10.

8. Tunytsya Yu. Fundamentals of the Ecological-Economic Doctrine / Yu. Tunytsya // Науковий вісник: Збірник науково-технічних праць. - 2002. - Вип. 12.1. - С. 19-31.

9. Сивий М.Я. До проблем раціонального використання мінерально-сировинних ресурсів регіону / М.Я. Сивий // Вісник Львівського університету. - Серія географічна. - 2009. - Вип. 37. - С. 65-75.

10. Весел Н.Н. Усовершенствование технологи открытых горных работ в режиме землесбережения: монография / Н.Н. Весел, Т.Н. Мормуль. - Днепропетровск: Наука і освіта. - 2008. - 268 с.

11. Прокопенко В.И. Разработка теоретических основ создания экологически чистых карьеров на базе Орджоникидзевского ГОКа: Отчет о НИР / В.И. Прокопенко // Госуд. горн. акад. Украины (ГГАУ). - № ГР 0193U33420. -Днепропетровск, 1994. - 76 с.

12. Літвінов Ю.І. Прийняття еколого-орієнтованих рішень в аспекті розвитку землезберігаючих технологій при відкритих гірничих розробках / Ю.І. Літвінов // Тези III Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів». - 27-28 квітня 2016 р. - Житомир: ЖДТУ, 2016. - С. 60-62.

13. Shapar A.G. Ecocorridors within industrial regions of Ukraine – waste utilization, recreation and environmental education / A.G. Shapar, O.A. Skripnik, V.N. Romanenko, S.M. Smetana // Ökologische und technologische aspekte der lebensversorgung euro-eco-2007: das internationale symposium Program abstracts. - 4-5 December 2007. – Hannover, 2007. - P. 49-51.

14. Wood R.V. Tree planting on colliery spoil heaps / R.V. Wood, J.V. Thirgood // Colliery eng. - 1956. - №1. - P. 343-351.

15. Лойко П.Ф. Рекультивация нарушенных земель: наука-практика / П.Ф. Лойко, В.А. Овчинников // Рекультивация земель: Тез. Всесоюз. науч.-техн. конф. - М., 1982. - С. 3–9.

16. Kuter N. Reclamation of Degraded Landscapes due to Opencast Mining / N. Kuter // Advances in Landscape Architecture: Published by In Tech. - Croatia. -2013.

17. Мормуль Т.М. Науково-прикладні засади створення землезберігаючих технологій відкритої розробки горизонтальних родовищ / Т.М. Мормуль, В.І. Прокопенко // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». - Серія: Гірництво. - 2015. - Вип. 28. - С. 49-62.

18. Горлачук В.В. Розвиток землекористування в Україні / В.В. Горлачук. - Київ: “Довіра”. - 1999. - 254 с.

19. Серeda Г.Л. Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными работами при добыче марганцевой руды на Орджоникидзевском горно-обогатительном комбинате / Г.Л. Серeda // Труды Днепропетровского сельскохозяйственного института «Рекультивация земель». - Днепропетровск: РИО Днепропетр. - СХИ. - 1974. - Т. XXVI. - С. 180-190.

20. Добринин А.Е. Технология добычи марганцевой руды открытым способом, обеспечивающая комплекс мер по рациональному использованию недр и охране окружающей среды / А.Е. Добринин, М.Н. Никифоров // Разраб. руд и неруд. месторожд. Украины. - НИГРИ. - Кривой Рог, 1992. - С. 66-73.

21. Булахов В.Л. Формирование ландшафтного разнообразия при организации заповедно-охраняемых территорий как экологическая мера успешной биологической реабилитации отработанных земель горнорудными разработками / В.Л. Булахов, А.Г. Шапарь, В.Н. Романенко, В.В. Постолюнский // Екологія і природокористування. - 2003. - Випуск 5. - С. 126-131.

22. Шапарь А.Г. Основные направления по созданию прогрессивных экологически ориентированных и малоотходных технологий и оборудования для открытого способа добычи полезных ископаемых / А.Г. Шапарь, Л.М. Солодовник, И.И. Гаврилюк // Теория и практика решения экологических

проблем горнодобывающей и металлургической промышленности. - Днепропетровск. - 1982. - С. 37-42.

23. Романенко В.Н. Створення ландшафтного заказника місцевого значення «Грушівка» на порушених землях марганцевого гірничо-збагачувального комбіната / В.Н. Романенко // Екологія і природокористування. - 2013. - Вип. 16. - С. 122-126.

24. Прокопенко В.І. Взаємозв'язок економічних і екологічних проблем природокористування на сучасному етапі / В.І. Прокопенко // Екологія і природокористування. - 2013. - Вип. 17. - С. 138-144.

25. Прокопенко В.И., Барсуков И.М. Резервы повышения эффективности использования земель на карьерах в мягких породах / В.И. Прокопенко, И.М. Барсуков // Изв. Вузов. Горн. журн. - 1991. - №7. - С. 25-29.

26. Швиданенко Г.О. Удосконалення механізму державного регулювання процесів екологізації гірничо-збагачувальних підприємств / Г.О. Швиданенко, Д.Г. Матукова // Ефективна економіка. - 2014. - № 2.

27. Война І.М. Особливості ландшафтного різноманіття гірничо-промислових ландшафтів у зв'язку з їх висотною диференціацією / І.М. Война // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. - Серія: Географія. - 2013. - Вип. 25. - С. 40-47.

28. Шкарупа О.В. Напрями регулювання процесів природокористування в умовах екозбалансованого розвитку регіону / О.В. Шкарупа // Механізм регулювання економіки. - 2007. - № 2. - С. 44-49.

29. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивация земель: навч. посіб. / П.П. Надточій. - Житомир: Державний агроекологічний університет, 2007. - 420 с.

30. ГОСТ 17.5.1.02-78. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.

31. ГОСТ 17.5.1.06-84. Охрана природы. Земли. Классификация малопродуктивных угодий для землеваяния.

32. ГОСТ 17.5.1.03-78. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель

33. ГОСТ 17.4.2.02-83. Охрана природы. Земли. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почвы для землеваяния.

34. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.

35. ГОСТ 17.5.3.05-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеваянию.

36. Стандарт СЭВ 4471-84. Охрана природы. Земли. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.

37. Супрун В.И. Формирование отвальных массивов при открытой разработке крупных угольных брахосинклиналей / В.И. Супрун // Дисс. ... докт. техн. наук. - МГТУ, 1997. - 465 с.

38. Ревазов М.А. Экономика природопользования: Учебник для студентов горно-геологических специальностей ВУЗов / М.А. Ревазов, Н.Я. Лобанов, Ю.А. Маляров, В.З. Персиц. - М., 1992. - 189 с.

39. Гальперин А.М. Техногенные массивы и охрана окружающей среды / А.М. Гальперин, В. Ферстенов, Х.Ю. Шеф. - М.: МГТУ, 1997. - 156 с.

40. Барсуков М.И. Охрана земель при открытой разработке месторождений / М.И. Барсуков, И.М. Барсуков. - Киев: Техника, 1987. - 148с.

41. Михайлов А.Н. Охрана окружающей среды на карьерах / А.Н. Михайлов. - Киев: Высшая школа, 1990. - 264 с.

42. Томаков П.И. Рациональное землепользование при открытых горных работах / П.И. Томаков, В.С. Коваленко. - М.: Недра, 1984. - 213 с.

43. Панков Я.В. Лесная рекультивация нарушенных земель / Я.В. Панков, Я.Е. Иванов, В.Н. Данько. - Воронеж: ВГУ, 1991. - 184 с.

44. Русский И.И. Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах / И.И. Русский. - М.: Недра, 1979. - 221 с.
45. Русский И.И. Отвальное хозяйство карьеров / И.И. Русский. - М.: Недра, 1971. - 240с.
46. Лукьянов А.Н. Основные технологические решения по совершенствованию перемещения горной массы на карьере / А.Н. Лукьянов, А.Б. Штейнберг, О.Н. Мельгин, А.И. Клименко // Горный журнал. - 1992. - №2. - С. 20-21.
47. Полищук А.К. Техника и технология рекультивации на открытых разработках / А.К. Полищук, А.М. Михайлов, И.И. Заудальский. - М.: Недра, 1977. - 214 с.
48. Эскин В.С. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками / В.С. Эскин. - М.: Недра, 1975. - 182 с.
49. Бабец А.М. Исследование и выбор рациональных технологических схем рекультивационных работ / А.М. Бабец // Дисс.... канд. техн. наук. - 1981. - 132 с.
50. Кононенко Ю.В. Геоморфологическое обоснование параметров техногенного рельефа при рекультивации нарушенных горными работами земель / Ю.В. Кононенко // Дисс. ... канд. техн. наук. – 2003. - 216с.
51. Гуменик И.Л. Научные основы управления разработкой и потреблением попутных полезных ископаемых на карьерах Украины / И.Л. Гуменик // Дисс. ... докт. техн. наук: 05.15.03. - Днепропетровск. - 1994. - 288 с.
52. Гуменик И.Л. Эколого-экономическая оценка способов вскрытия горизонтальных месторождений / И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко, В.В. Летучий // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2009. - № 11. - С. 335-341.
53. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками / Е.П. Дороненко. - Недра, 1979. - 257 с.

54. Дриженко А.Ю. Формирование землесберегающих технологий комплексов действующих железорудных карьеров / А.Ю. Дриженко // дисс. ... докт. техн. наук: 05.15.03. – Днепропетровск, 1988. - 424 с.

55. Копач П.И. Управление состоянием массива на открытых горных разработках / П.И. Копач. - К.: Наук. думка. - 1998. - 48 с.

56. Прокопенко В.І. Підвищення ефективності без транспортної схеми розробки надрудного уступу на марганцевих кар'єрах / В.І. Прокопенко, Ю.І. Літвінов // Науковий вісник НГУ. - 2007. - №9. - С. 24-27.

57. Гуменик І.Л. Технологія відкритої розробки пологих родовищ корисних копалин: навч. посіб. М-во освіти і науки України / І.Л. Гуменик, Г.Я. Корсунський, О.В. Ложніков. - Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2014. - 310 с.

58. Четверик М.С. Нарушение геологической среды при горных разработках и пути ее восстановления / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова, М.М. Стеценко // Маркшейдерия и недропользование. - 2008. - №4. - С. 58-60.

59. Ржевский В.В. Исследование режима горных работ / В.В. Ржевский // Дисс. ... докт. техн. наук. - М., 1955. - 347с.

60. Ржевский В.В. Комплексное использование минеральных ресурсов и охрана окружающей среды / В.В. Ржевский, А.П. Бобылев // Сб. сообщений IX Всемирного горного конгресса. - 1976. – С. 12-19.

61. Алейникова Л.Г. Исследование и обоснование режима технической рекультивации земель при открытой разработке горизонтальных и пологих угольных месторождений / Л.Г. Алейникова // Дисс. ... канд. техн. наук. - М., 1983. - 154с.

62. Хон В.И. Режим технической рекультивации нарушенных земель при открытой разработке крутопадающих и наклонных угольных пластов Кузбасса / В.И. Хон // Дисс. ... канд. техн. наук. – 1985. - 172с.

63. Томаков П.И. Восстановление поверхности нарушенной открытыми горными работами при различных комплексах оборудования / П.И. Томаков // Добыча угля открытым способом. – 1970. - № 7-8. - С. 2327.

64. Овчинников В.А. Изыскание технологии восстановления поверхности при бестранспортных системах разработки / В.А. Овчинников // Дисс. ... канд. техн. таук. - Тула, 1964. - 178с.

65. Русский И.И. О технологии выполаживания откосов в процессе рекультивации отвалов / И.И. Русский, М.Н. Котровский // Известия ВУЗов «Горный журнал». – 1976. - №7. - С. 14-20.

66. Кононенко А.Е. Разработка технологии выполаживания техногенных откосов средствами гидромеханизации / А.Е. Кононенко // Дисс. ... канд. техн. наук. – 1999. - 136с.

67. Кононенко Е.А. Научное обоснование гидровскрышных технологий, комплексно обеспечивающих формирование и сбережение ресурсов / Е.А. Кононенко // Дисс. ... докт. техн. наук. – 1999. - 330с.

68. Желязкова М.О. Про використання під забудову складного рельєфу на прикладі рекультивації кар'єрів / М.О. Желязкова, В.М. Лях // Історичний досвід і сучасні тенденції розвитку архітектури дизайну, містобудування та образотворчого мистецтва: зб. наук. праць за матеріалами Всеукраїнської студ. наук. конф. 11-13 квітня 2012 р. - М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. - С 141-146.

69. Руденко М.О. Історичні передумови формування громадських будинків і споруд на території кар'єрів / М.О. Руденко, В.А. Ніколаєнко // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. збірник. - К.: КНУБА, 2014. – Вип. 35. – С. 417 – 421.

70. Ржевского В.В. Терминология открытых горных работ / В.В. Ржевского // Учебное пособие. - М.: МГИ, 1987. - 95 с.

71. Крылов И.И. Характер связей между естественными и антропогенными факторами рельефообразования / И.И. Крылов, Г.П. Скрыльник // Всесоюзное совещание по проблемам геоморфологической корреляции - 18 пленум геоморфологической комиссии. Тез. докл. и путеводитель геоморфологических экскурсий для участников совещания. -



Тбилиси, 10-16 ноября 1986. - С. 129.

72. Игошин В.М. Технологические решения по рекультивации нарушенных земель при рекультивации шахт и разрезов: отраслевой нормативно-методической документации / В.М. Игошин, А.П. Красавин, А.М. Навитный // Федеральное государственное унитарное предприятие «Межотраслевой научно-исследовательский институт экологии топливно-энергетического комплекса». - Пермь, 2002. – С. 200.

73. Кононенко Ю.В. Расчёт параметров форм техногенного рельефа для рекультивации нарушенных земель / Ю.В. Кононенко. - ГИАБ. - 2002. - №12. - С. 135-137.

74. Кононенко Е.А. Гидромеханизированная рекультивация нарушенных земель / Е.А. Кононенко, Е.П. Щербакова // Горный информационноаналитический бюллетень. - Вып. 3. - М.: МТИ, 1992. - С. 56.

75. Таран О.А. О возможности применения моделей устойчивого рельефа при проектировании малых водохранилищ и прудов / О.А. Таран // Вестник Харьковского ун-та. - 1987. - Вып. 306. - С. 79-80.

76. Черванцев И.Г. Проектирование динамически равновесного эрозионно-денудационного рельефа в связи с водоохранной деятельностью / И.Г. Черванцев., Н.В. Куценко, В.Т. Магмедов // Охрана вод от загрязнения поверхностным стоком. - Харьков, 1983. - С. 92-101.

77. Валиев К.З. Влияние схемы отработки месторождения на сроки передачи рекультивированных земель / К.З. Валиев // Комплексное использование минерального сырья. - Алма-Ата, 1981. - №10. - С. 3-6.

78. Валиев К.З. Экономико-математическая модель выбора рациональных схем обработки и рекультивации месторождений нерудных строительных материалов / К.З. Валиев // Комплексное использование минерального сырья. - Алма-Ата, 1981. - №11. - С. 3-9.

79. Горкунов В.И. Оценка рекультивационных работ и их влияние на выбор основных элементов карьеров по добыче строительных горных пород

Казахстана / В.И. Горкунов, К.З. Валиев // Комплексное использование минерального сырья. - Алма-Ата, 1979. - №5. - С. 3-11.

80. Горкунов В.И. Исследование некоторых факторов, влияющих на эффективность рекультивации карьеров строительных горных пород Казахстана / В.И. Горкунов, К.З. Валиев, Т.О. Омаров, С.М.Ердаuletов // Вестник АН КазССР. - Алма-Ата, 1979. - №12. - С. 12-17.

81. Горкунов В.И. Взаимосвязь рекультивационных и добычных работ на нерудных карьерах / В.И.Горкунов, К.З. Валиев // Комплексное использование минерального сырья. - Алма-Ата, 1980. - №1. - С.3-8.

82. Горкунов В.И. Об эффективности рекультивационных работ на карьерах строительных горных пород / В.И. Горкунов, К.З. Валиев // Комплексное использование минерального сырья. - Алма-Ата, 1981, №1, с.3-8.

83. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными разработками / Е.П. Дороненко. - Недра, 1979. - 257 с.

84. Русский И.И. Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах / И.И. Русский. - Недра, 1979. - 216 с.

85. Байконуров О.А. О рациональном количестве уступов на нерудных карьерах в момент их ввода в эксплуатацию / О.А. Байконуров, В.И. Горкунов // Труды НИИСтромпроекта. - Алма-Ата, 1971. - №13. - С. 206-208.

86. Временные рекомендации по составлению ТЭО и подготовке технических условий на рекультивацию нарушенных земель. - ВНИИнеруд, 1976. - 21 с.

87. Полищук А.К. Техника и технология рекультивации на открытых разработках / А.К. Полищук, А.М. Михайлов, И.И. Заудальский, В.А. Панов, С.В. Лесников, Т.А. Середа. - Недра, 1977. - 207 с.

88. Горкунов В.И. Выбор параметров элементов системы разработки карьеров с учетом рекультивационных работ / В.И. Горкунов, К.З. Валиев // Горное дело. – 1983. - №1. - С. 27.

89. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов. - Л.: Стройиздат, 1977. - 366 с.

90. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. - М.: Недра, 1972 . - 97 с.

91. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ / В.В. Ржевский. - М.: Недра, 1974. - 520 с.

92. Горкунов В.И. Определение минимальной длины экскаваторного блока на карьерах строительных материалов / В.И. Горкунов, В.А. Огай, В.Е. Приходько // Шахтное строительство. – 1969. - №11. - С.13-14.

93. Бугров В.Н., Лутай Т.М. Совмещение добычных и реультива-  
ционных работ на карьерах нерудных строительных материалов / В.Н. Бугров, Т.М. Лутай // Сб. трудов института ВНИИнеруд. - Тольятти, 1980. - №48. - С.16-20.