

**В.М. Хрик, В.С. Хахула, Т.П. Лозінська,  
С.М. Левандовська, І.В. Кімейчук, В.М. Бойко**

**НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ  
РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТЕХНОГЕННО  
ПОРУШЕНИХ ЛАНДШАФТІВ**



**В.М. Хрик, В.С. Хахула, Т.П. Лозінська,  
С.М. Левандовська, І.В. Кімейчук, В.М. Бойко**

# **НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕКУЛЬТИВАЦІ ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНИХ ЛАНДШАФТІВ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

**Для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
спеціальності 206 – «Садово-паркове господарство»**

**Біла Церква  
2021**

УДК 631.61:502.5(075.8)

Ухвалено  
Вченою радою  
Білоцерківського національного аграрного  
університету  
(Протокол № 1 від 22.01.2021 р.)

Укладачі: **Хрик В.М.**, кандидат с.-г. наук;  
**Хахула В.С.**, кандидат с.-г. наук;  
**Лозінська Т.П.**, кандидат с.-г. наук;  
**Левандовська С.М.**, канд. біол. наук;  
**Кімейчук І.В.**,  
**Бойко В.М.**, асистенти.

Науково-теоретичні основи рекультивації техногенно порушених ландшафтів. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 206 – «Садово-паркове господарство» / уклад. В.М. Хрик, В.С. Хахула, Т.П. Лозінська, С.М. Левандовська, І.В. Кімейчук, В.М. Бойко. Біла Церква, 2021. 160 с.

У навчальному посібнику представлено науково-практичні, теоретичні, екологічні, правові основи проведення рекультивації ландшафтів, порушених різними способами з метою вибору оптимальних підходів до вивчення процесів, що відбуваються у ґрунтах під час рекультивації. Висвітленні основні положення щодо проведення гірничо-технічного і біологічного етапів відновлення порушених земель та розглянуті основні питання організації їх облаштування. Обґрунтовано принципи проведення лісогосподарської рекультивації з описом підбору лісових культур для її проведення.

Рецензенти: **Бровко Ф.М.**, д. с.-г. наук, професор  
**Масальський В.П.**, к. с.-г. наук, доцент.

© БНАУ, 2021

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ З РЕКУЛЬТИВАЦІЇ І ОБЛАШТУВАННЯ ПОРУШЕНИХ ЛАНДШАФТІВ.....</b>	<b>4</b>
1.1. Загальні відомості про порушені землі.....	9
1.2. Етапи рекультивації природно-техногенних ландшафтів.....	18
1.3. Результати рекультивації.....	25
<b>РОЗДІЛ 2. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ І ОБЛАШТУВАННЯ КАР'ЄРІВ НЕРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА СУХОЇ ВИЇМКИ ГРУНТУ.....</b>	<b>27</b>
2.1. Рекультивація території кар'єрів за сільськогосподарського напрямку використання.....	29
2.2. Рекультивація кар'єрів за лісогосподарського напрямку використання території .....	34
<b>РОЗДІЛ 3. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ І ОБЛАШТУВАННЯ ОБВОДНЕНИХ КАР'ЄРІВ.....</b>	<b>37</b>
3.1. Водний режим і глибина водойм та вимоги до їх облаштування.....	37
3.2. Формування берегової рослинності штучних водойм.....	43
<b>РОЗДІЛ 4. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ТЕРИТОРІЇ КАР'ЄРІВ З ВИДОБУТКУ КАМЕНЮ.....</b>	<b>46</b>
4.1. Рекультивація і облаштування підшви виробки і складських майданчиків.....	46
4.2. Рекультивація і облаштування схилів скельної виробки.....	47
<b>РОЗДІЛ 5. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ВИРОБЛЕНИХ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ.....</b>	<b>53</b>
5.1. Способи видобутку і характерні особливості порушених земель за торфорозробок.....	54

5.2. Основні положення технічної рекультивації вироблених торф'яних родовищ .....57

5.3. Основні положення біологічної рекультивації вироблених родовищ торфу.....63

**РОЗДІЛ 6. ОБЛАШТУВАННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ...67**

6.1. Вимоги до формування і рекультивації відвалів і гідровідвалів.....67

6.2. Формування рослинного покриву на відвалах.....81

6.3. Рекультивація і облаштування звалищ і полігонів.....83

**РОЗДІЛ 7. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ПІДЗЕМНИМИ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ.....101**

**РОЗДІЛ 8. ВИМОГИ ДО РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ БУДІВНИЦТВОМ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ ЛІНІЙНИХ СПОРУД.....107**

**РОЗДІЛ 9. ПРОТИЕРОЗІЙНІ ЗАХОДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ.....116**

**РОЗДІЛ 10. ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ.....131**

**РОЗДІЛ 11. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ.....143**

**РОЗДІЛ 12. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ РОБІТ.....147**

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....149**

**ДОДАТКИ.....152**

## ВСТУП

Помітне погіршення якості навколишнього середовища в останні десятиріччя розвіяло ілюзорну думку стосовно можливості необмеженого розширення промислового і сільськогосподарського виробництва за рахунок екстенсивного використання природних ресурсів та підтверджує концепцію В.І. Вернадського стосовно активної геологічної ролі людства. Оскільки саме людина та її розумово-технологічна діяльність надають біосфері нової якості, яка отримала назву ноосфера і досягається за цілеспрямованої глобальної перебудови біосфери в інтересах усього людства із залученням таких взаємопов'язаних процесів, як еволюція біосфери та еволюція суспільства.

На теренах України розвідано близько 8 тисяч родовищ майже 90 видів корисних копалин. Їхній видобуток, за недосконалих технологій видобування та переробки, призводить до значних втрат (25–80 % залишається у надрах) розвіданих запасів мінеральної сировини.

Україна досить багата на корисні копалини. На її території розвідано близько 3 тисяч родовищ, більш ніж 80 видів корисних копалин, з яких 400 розробляється відкритим або підземним способом, що спричиняє порушення територій. Загальна площа яких становить 265 тис. га. Щороку під розробку корисних копалин виділяється 7–8 тис. га земель. Основними є порушення від підприємств вугільної промисловості (65 %), переробної промисловості (16 %) металургійної промисловості (7 %), хімічної промисловості (5 %), природні порушення різного типу (4 %) та порушення від звалищ твердих відходів (3 %). Найбільша кількість порушених територій знаходиться в місцях видобутку корисних копалин.

В сучасних умовах різко зростають масштаби природокористування й рівень антропогенного навантаження на ландшафти. Сталий розвиток суспільства можливий лише за умов правильного раціонального природокористування, яке

визначає необхідність проведення відновлення порушених територій.

Відходи видобутку майже не використовуються у господарських потребах суспільства і вже займають понад 50 тис. га земель. Їхня загальна маса становить біля 17 млрд. т відходи не встигають асимілюватися природним шляхом, що ускладнює екологічну ситуацію. Зосередженість промислових підприємств поблизу гірничовидобувних комплексів підсилює антропогенний вплив на природне середовище. В цілому по країні щорічно викидається у повітря 8,6 млн. тон шкідливих речовин. Найбільша їх концентрація спостерігається у промислових центрах Донецько-Придніпровського регіону. Близько 80 % атмосфери – це гази і хімічні сполуки сірки, вуглецю, азоту, які надходять до атмосфери у вигляді аерозольного пилу та дрібних твердих часток, які утворюються при видобутку вугілля, руд та спалюванні паливних матеріалів. При виробництві чорних та кольорових металів виділяються отруйні сполуки важких металів (заліза, свинцю, миш'яку, парів ртуті, міді, цинку тощо).

З глобалізацією техногенезу, лісові екосистеми набувають якості універсальних природних фільтрів з очищення води та ґрунту від промислових емісій, оскільки здатні зменшувати забрудненість повітряного простору більше як у 6 разів, а кожен гектар масивних лісостанів за вегетаційний період здатен вилучити із атмосфери 150–700 т техногенного пилу.

Виконуючи важливу роль в оптимізації навколишнього середовища лісові насадження зазнають значного техногенного навантаження. Накопичення інградієнтів промислових викидів у тканинах рослин призводить до погіршення їхнього стану та деградації лісостанів. У зонах забруднення спостерігається всихання скелетного гілля і верхівок дерев та зниження приросту, передчасне пожовтіння та опадання листя і хвої, а також зменшення їхніх розмірів на 35 % та загальної маси у 3–4 рази. У рослин зменшується окисно-відновний потенціал листків та спостерігається підлугування їх субклітинного середовища. Простежується потовщення листової пластинки на 20–32 % та кутикулярного

шару на 20–40 %. Мають місце істотні зміни у товщині верхнього епідерміса та стовбчастого мезофілу листя, а також у кількості продохів на одиницю площі листка. Збільшується величина водного дефіциту листя та вміст у ньому амінокислот. Зменшується інтенсивність транспірації на 5–35 % та співвідношення між хлорофілом. За відсутності видимих пошкоджень у деградуючих клітинах відбувається зменшення крохмалю у пластидах та коагулювання хроматину у ядрах. Під впливом техногенного забруднення, змінюється фракційний склад біомаси лісостанів. У загальному запасі соснових насаджень спостерігається збільшення маси гілок та хвої і зменшення на 12–15 % маси стовбурної деревини, що вказує на пристосувальну перебудову асиміляційного апарату з метою відновлення передчасно втраченої та ураженої хвої. Загалом, таксаційні показники лісових фітоценозів знижуються на 10–12 %, біопродуктивність на 20–30 %, а довговічність – у 2–4 рази.

Отже, за умов техногенезу, подальший розвиток суспільства потребує збереження якісних показників біосфери, у яких виникла та еволюціонувала людина. У вирішенні означених питань суттєвого значення набуває ліс, як один із визначальних компонентів природних ландшафтів. На техногенних ландшафтах простежуються зональні ознаки розвитку біоценозів. У межах України природне поновлення біоти залежить від зонально-географічного розташування техногенних земель, а склад фітоценозів обмежений і представлений видами, які зустрічаються у довкіллі. Поновлення деревної рослинності розтягується на тривалий проміжок часу і не компенсує збитків, заподіяних природним ландшафтам. Тому, виникає потреба у застосуванні лісокультурних методів оптимізації техногенних ландшафтів.

Тому виникає необхідність відновлення порушених територій і повернення їх до стану придатного для подальшого використання у народному господарстві, сформувані основні закономірності взаємодії людини, суспільства і природи, особливості впливу антропогенних факторів на земельні ресурси.



## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ З РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА ОБЛАШТУВАННЯ ПОРУШЕНИХ ЛАНДШАФТІВ

#### 1.1. Загальні відомості про порушені землі

Надмірний техногенний вплив на навколишнє середовище призводить до змін окремих властивостей і параметрів екосистем та призводить до порушення їх структурнофункціональної організації. На територіях індустріально розвинених регіонів земельний фонд зазнає істотного антропогенного навантаження та забруднення. Нині, концепція сталого розвитку лісогосподарського виробництва повинна базуватися на основі пріоритетності збереження природних ресурсів, ефективного використання сонячної енергії та земельних ресурсів.

Рекультивация земель – це комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності земель, а також на поліпшення умов навколишнього середовища. Порушеними вважають землі, які втратили первісну природно-господарську цінність і, як правило, є джерелом негативного впливу на навколишнє середовище.

Розрізняють чотири групи чинників, які спричиняють утворення порушених земель:

- 1) підземне добування корисних копалин або вилучення їх за допомогою буріння;
- 2) наземне (відкрите) добування корисних копалин;
- 3) збагачення корисних копалин;
- 4) різні види промислової та транспортної діяльності.

Крім цього розрізняють інші види порушених земель, які стають об'єктами рекультивации:

- території складування міських і промислових відходів (золо- і шлаковідвали) та ін.;

- насип під час ліквідації транспортних шляхів;
- дамби під час ліквідації гідроспоруд;
- кавальєри уздовж осушувальної і водопровідної мережі каналів і русел рік, що виправляються;
- траншеї у разі проведення різного роду будівельних робіт.

До об'єктів рекультивациі належать також окремі споруди підприємств, що ліквідуються: відстійники, поля фільтрації, польові гаражі тощо.

Головним чинником утворення порушених ландшафтів є розробки корисних копалин. Все різноманіття способів видобування корисних копалин можна представити у вигляді одного головного процесу – вилучення корисних копалин з підземних горизонтів або з поверхні.

Порушені території за результатами господарської діяльності поділяють на дві групи:

- землі, пошкоджені насипним ґрунтом, відвали, терикони, кавальєри і звалища;
- території, пошкоджені виїмкою ґрунту, кар'єри відкритих гірських розробок та видобутку місцевих будівельних матеріалів і торфу, провали і прогини на місці підземних гірничих робіт, резерви і траншеї у разі будівництва лінійних споруд.

Згідно ДСТУ 7141–2015, відповідно до класифікації порушених земель з техногенного рельєфу кар'єри, провали і траншеї поділяють за глибиною, м: дуже глибокі – 100; глибокі – 30–100; середньої глибини – 15–30; неглибокі – 5–15; дрібні – менше 5; за крутизною схилів, град: обривисті – 45; дуже круті – 30–45; круті – 15–30; помірно круті – 10–15; покаті – 5–10; пологі до 5.

У свою чергу, відвали, терикони, насипи, дамби і кавальєри розрізняють за висотою, м: 50–100 – високі і дуже високі, 30 – 50 – середньовисокими, до 30 – невисокі.

Крім того, всі порушені землі розрізняють за площею, га: понад 50 – великі, 1–50 – середні, до 1 – дрібні.

Утворені насипи і виїмки в результаті виробничої діяльності змінюють звичайні природні ландшафти, перетворюючи їх в техногенні комплекси. Залежно від розмірів виїмок і насипів та взаємного розташування можна виділити наступні типи природно-техногенних ландшафтів.

*Крупнокар'єрно-відвальні* – це поєднання природних елементів ландшафту з глибокими (до 100–300 м, в майбутньому – до 500 м) багатоуступними кар'єрами великою площею в плані і висотними багатоярусними відвалами. Прикладами таких техногенних комплексів можуть слугувати залізородні кар'єри ВАТ «Марганецький», ГЗК Криворізький, Нікопольський рудний басейн та ін. Це величезні за розміром котловани. Кар'єри мають лише зовнішні відвали, що досягають деяких десятків метрів у висоту, і два-три і більше терасоподібних уступів. Після закінчення відсипки поверхня відвалів має слабохвилястий рельєф. Швидкість природного заростання та придатність до наступної рекультивації обумовлюються фізико-хімічними властивостями гірських порід, винесених на поверхню.

*Середньо- і дрібно-кар'єрно-відвальні* – це поєднання природних типів місцевості з техногенними ландшафтними ділянками і окремими урочищами, представлені невеликими і середніми кар'єрами (від 1 до 10–15 га) і однодвоярусними зовнішніми і внутрішніми відвалами (висотою від 2–3 до 15–30 м). Зовнішні (бортові) відвали відсипають зазвичай поруч із кар'єрами у вигляді системи гребнеподібних або поодиноких пагорбоподібних витягнутих насипів, що займають площі до декількох десятків гектарів; вони зустрічаються в багатьох промислових районах країни, де відбувається відкритий видобуток рудних і нерудних корисних копалин, горизонтально залягають на невеликій глибині (від декількох до 40–50 м). Як приклад можна привести кар'єри з видобутку бурого вугілля, вапняку, піску, гравію, глини і суглинків, розкиданих на всій території країни.

*Торф'яно-кар'єрні* представляють собою поєднання елементів природного ландшафту з виробленими торф'яними площами і траншейними

виїмками, що утворюються в результаті торф'яних розробок. Виїмки часто бувають заповнені водою, що дає можливим їх використання під водойми.

*Дренажно-відвальні річкові долини* – це природні ландшафти річкових долин, змінені в результаті появи великої кількості дренажних відвалів різних параметрів, структури і ступеня заростання, розвитку ерозійних процесів, забруднення води, зміни водного та теплового режимів річкових заплав тощо. Цей тип техногенного ландшафту поширений переважно в річкових долинах південного Сходу України, в місцях видобутку кольорових металів дренажним способом.

*Просадно-кар'єрно-відвальні* ландшафти характеризуються поєднанням провально-просадних форм рельєфу (улоговини, западини, ями, воронки), шахтних відвалів (конічні, гребневидні тощо), кар'єрів і різних відвалів, а також відвалів переробної промисловості.

*Індустріально-сміттєво-відвальні* – це умовна назва виду техногенного ландшафту, яка передбачає наявність в якості фонових урочищ відвалів з відходів переробної промисловості – золи, шламу, побутових відходів і т. п. Значна частина цих відвалів має в своєму складі токсичні елементи і є серйозним джерелом забруднення атмосфери, ґрунтових вод і ґрунту навколишньої території.

Також частково пошкоджені промисловими викидами природні ландшафти, що піддаються впливу промислово-газових викидів в атмосферу, скидання рідких і твердих відходів промисловими підприємствами в річки і на ділянки, що примикають до промислових майданчиків (забруднення нафтою і нафтопродуктами) тощо. Як правило, рельєф таких ландшафтів не порушується, але істотні зміни зазнають їх рослинний і ґрунтовий покриви, склад тваринного світу, продуктивність лісових і сільськогосподарських угідь.

До порушених земель також відносять агроландшафти, території яких схильні до ерозії, дефляції, утворення ярів і інших процесів. Відповідно до ДСТУ 7141–2015 порушені землі розрізняють за напрямками рекультивації

залежно від виду подальшого використання. Згідно Земельного кодексу України рекультивация порушених земель – «це комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель». Слід наголосити, що у Земельному кодексі України та Законі України «Про охорону земель» йдеться лише про один напрямок рекультивации – сільськогосподарський. Між тим, рекультивация може здійснюватися також за лісогосподарським, водогосподарським, санітарно-гігієнічним, рекреаційним, будівельним напрямками тощо.

Умови приведення порушених земель у стан, придатний для наступного використання, а також порядок зняття, збереження і подальшого застосування родючого шару ґрунту, встановлюються органами, що надають земельні ділянки в користування і які видають дозвіл на проведення робіт, пов'язаних з порушенням ґрунтового покриву, на основі проектів рекультивации, які одержали позитивний висновок державної екологічної експертизи.

Розробка проектів рекультивации здійснюється на підставі діючих екологічних, санітарно-гігієнічних, будівельних, водогосподарських, лісогосподарських та інших нормативів і стандартів з обліком регіональних природно-кліматичних умов та місця розташування порушеної ділянки.

За *сільськогосподарського напрямку* рекультивации землі можна використовувати під рілля, сіножати, пасовища та багаторічні насадження; *лісогосподарського* – під лісонасадження загального господарського і полезахисного призначення, лісорозсадники; *водогосподарського* – влаштовують водойми для господарсько-побутових і промислових потреб, зрошення та рибальства; *рекреаційного* для створення зон відпочинку і спорту, під парки і лісопарки, водоймища для оздоровчих цілей, мисливські угіддя, туристичні бази і спортивні споруди; *природоохоронного і санітарно-гігієнічного* – під створення ділянок протиерозійного лісонасадження, задернованих або обводнених, закріплених або законсервованих із

застосуванням технічних засобів; ділянки для самозаростання – спеціально не упорядковуються з метою подальшого використання в господарських або рекреаційних цілях; *будівельного* – для промислового, цивільного та іншого будівництва та призначення.

У стислому тлумачному словнику з рекультивації земель (1980) є ще такі терміни: рекультивація земель тимчасова, рекультивація земель постійна, рекультивація ландшафтів.

*Тимчасова рекультивація* здійснюється на землях, де у перспективі планується зміна їх використання: повторна переробка корисних копалин, будівництво та ін. Ця рекультивація, як правило, зводиться до озеленення і закріплення поверхні від ерозії, а також дотримання санітарно-гігієнічних норм.

*Постійна рекультивація* здійснюється на землях, де не передбачена зміна попереднього (до розробки родовища) використання земель. Рекультивація ландшафтів – це рекультивація земель, яка не обмежується лише локальними заходами стосовно «приведення до ладу» окремих порушених ділянок, а передбачає комплексне перетворення порушених земель у загальній системі заходів щодо оптимізації техногенних ландшафтів.

На сучасному етапі розвитку продуктивних сил суспільства багато вітчизняних і зарубіжних учених рекультивацію порушених земель розглядають як комплексну проблему відновлення продуктивності та реконструкції ландшафтів, порушених промисловістю, створених на місці «промислових пустель» нових культурних ландшафтів.

Враховуючи це, в основу теорії рекультивації порушених земель повинна бути покладена концепція просторової локалізації та нейтралізації шкідливих впливів відкритих гірничих робіт на довкілля і створення умов для активного самовідновлення з використання родючих ґрунтів, попередньо знятих із земель гірничого відводу. Основний фундамент проведення рекультиваційних робіт селективне і скероване формування оптимальних

гірничопромислових ландшафтів для цільового народногосподарського призначення.

В умовах інтенсивного землеробства і бурхливого розвитку гірничо-хімічної та інших видів промисловості, які призводять до порушення ґрунтового покриву, рекультивація земель – це частина агроекологічної проблеми, з якою пов'язані умови сільськогосподарського виробництва, умови формування врожаїв сільськогосподарських культур, родючість земель та ін.

Отже, з метою успішного проектування необхідних заходів щодо відновлення порушених територій, науковцями запропонована технологічна класифікація порушених земель, яка об'єднує процеси як порушення територій, так і відновлення ландшафтів і включає наступні основні класифікаційні ознаки, що встановлюються за своїми критеріями (рис. 1.1).

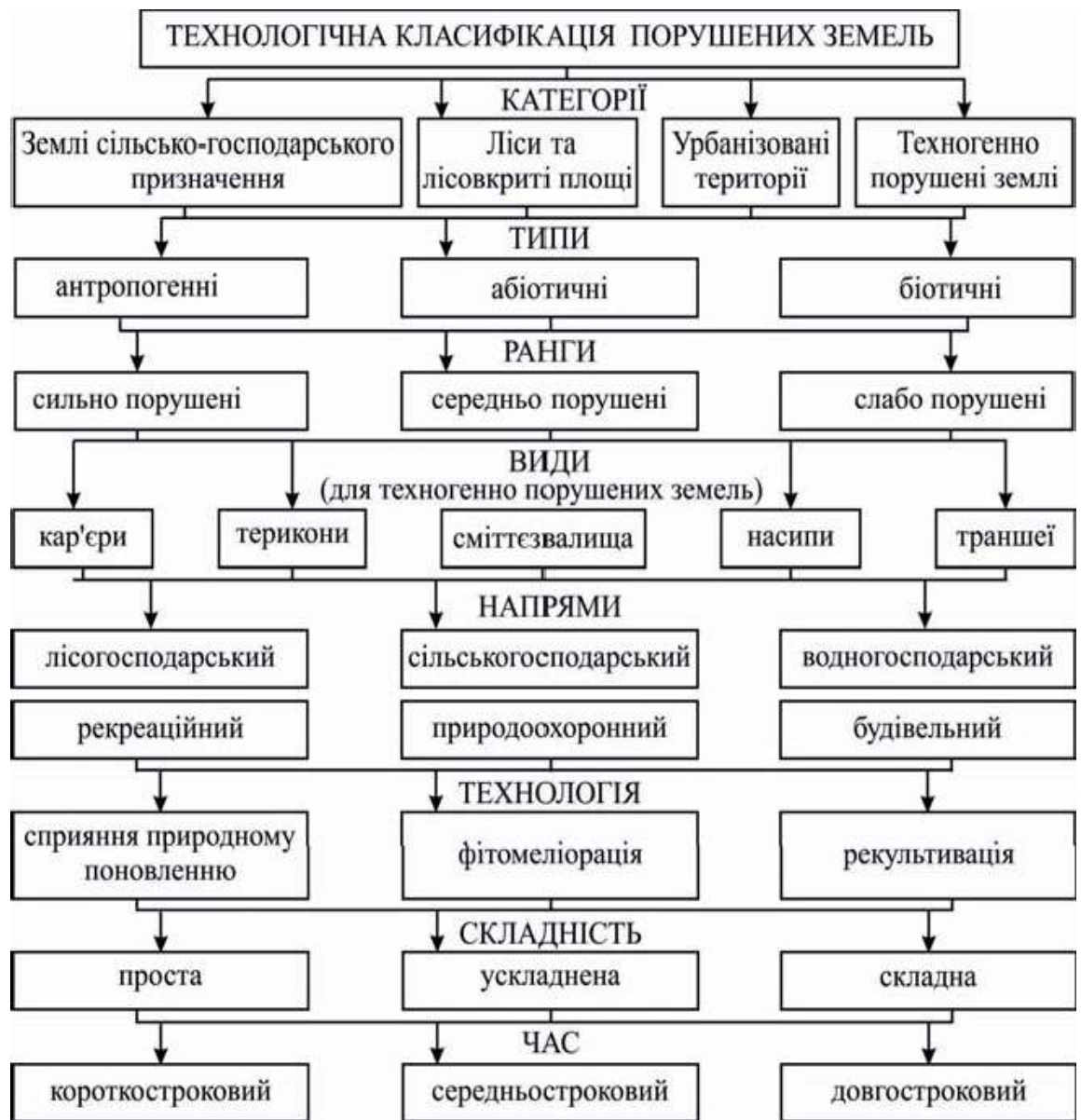


Рис. 1.1. Технологічна класифікація порушених земель

Так, категорії порушених земель виділяються за земельними угіддями, які систематично використовують за встановленим призначенням і виконують природничо-історично визначені завдання. Сюди відносяться землі, порушені тими чи іншими технологічними процесами. Границі даних земель відображені в земельно-обліковій документації з метою надання земельних ділянок землекористувачам.

Типи порушень виділяють за видами і підвидами виробничо-технологічного використання. Це порушення, які виникли внаслідок дії несприятливих абіотичних та біотичних природних чинників або внаслідок антропогенної діяльності: геологорозвідка, підземні гірничі роботи, відкриті



гірничі роботи, переробка та збагачення корисних копалин, місця складування порід і відходів, створення ліній комунікацій тощо. У кожному із типів порушених земель виділяють види і підвиди.

Вид визначається на підставі факторів, які встановлюють придатність об'єкту рекультивації для певного способу господарського освоєння (сільськогосподарського, лісогосподарського використання і т.д.).

Підвид визначається за ступенем складності технічної підготовки ділянок порушених територій та поділяється на ускладнену, складну і дуже складну технічну підготовку.

Ранги порушень виділяють за характером змін умов місцезростання, що вказує на ступінь порушеності біогеоценозу – сильно-, середньо- та слабопорушений. Ранги порушень можна детально класифікувати на підранги за ступенем порушеності території та ступенем порушення різних компонентів біогеоценозу, насамперед едафотопу – суцільний, частковий, фрагментарний.

Види порушень визначають на підставі виробничо-технологічних утворень, що виникають внаслідок дії природних чи переважно антропогенних чинників. Так, зокрема, для категорії техногенно порушених земель видами утворень є: кар'єри, зовнішні та внутрішні відвали, просідання та провали поверхні, траншеї, насипи, сміттєзвалища тощо.

Напрями відновлення порушених територій визначають на основі встановлення придатності порушених земель для певного виду їх господарського освоєння – сільськогосподарського, лісогосподарського, рекреаційного, водногосподарського, природоохоронного, будівельного. У межах цієї класифікаційної одиниці доцільно вказувати цільове використання відновлених земель. Наприклад, за рекреаційного напрямку відновлення порушених територій можуть створюватися лісопарки, парки, сквери, зони відпочинку та спорту чи навіть насадження спеціального призначення.

Вибір напрямку відновлення та цільове використання порушених територій базується на всебічному вивченні змін, які відбуваються внаслідок порушень та технічній і економічній оцінці напрямку землекористування.

Технологія відновлення базується на обґрунтуванні вибору необхідних заходів із ревіталізації земель. За середньозмінених умовах місцезростання вже необхідно проводити фітомеліоративні, а внаслідок сильно змінених умов місцезростання – рекультиваційні заходи. Технологія відновлення передбачає вибір найраціональніших і найефективніших сучасних методів ведення рекультиваційних заходів.

Складність ведення робіт із рекультивації порушених земель, що визначається ступенем порушення екосистеми та ступенем зміненості умов місцезростання, можна класифікувати на просту, ускладнену та складну ревіталізацію ландшафту.

Час відновлення ландшафту визначаємо за терміном, який минув від моменту порушення до повного відновлення його продуктивності. Так продуктивність відновленого ландшафту не повинна поступатись продуктивності сусідніх непорушених ландшафтів. Загалом час повного відновлення порушених земель можна класифікувати на короткостроковий (до 5 років), середньостроковий (від 5 до 10 років) та довгостроковий (понад 10 років).

Технологічна класифікація порушених земель використовується для:

- інвентаризації порушених земель на певній території чи в регіоні;
- прогнозування порушень земельних угідь;
- районування та планування заходів із ревіталізації порушених земель;
- розроблення проєктів із фітомеліорації та рекультивації порушених територій;
- розрахунку економічних затрат на відновлення продуктивності порушених земель.

Створення технологічних класифікацій порушених територій дає змогу більш обґрунтовано та успішно запроектувати необхідні заходи з відновлення порушених екосистем, оптимізувати процес ревіталізації порушених ландшафтів, створювати більш продуктивні фітоценози та зменшити терміни відновлення порушених природних екосистем.

Таким чином, рекультивация порушених ландшафтів – це комплекс робіт, спрямованих на відновлення порушених внаслідок господарської діяльності людини територій в придатний для подальшого використання стан.

## **1.2. Етапи рекультивации природно-техногенних ландшафтів**

Рекультивации підлягають порушені землі всіх категорій, а також прилеглі земельні ділянки, які повністю або частково втратили продуктивність в результаті негативного впливу на них порушених земель.

Рекультивацию земель, порушених промисловою діяльністю, проводять, як правило, в три етапи.

Перший етап *підготовчий*: обстеження порушених територій, визначення напрямку рекультивации, техніко-економічне обґрунтування і складання проекту рекультивации.

Другий етап – *технічна рекультивация*, яка залежно від регіональних умов може включати проміжну стадію – хімічну меліорацію. Технічну рекультивацию зазвичай забезпечують підприємства, які розробляють корисні копалини. Необхідність рекультивации земель, порушених кар'єрними розробками, дуже впливає на технологію і економічні показники розробок, включаючи вибір способу розробки, відвалоутворення, засобів механізації розкривних і відвальних робіт і засобів транспортування порід у відвали.

Вибір технології технічної рекультивации залежить: від виду подальшого використання рекультивованих площ; потужності, обсягу і відстані транспортування родючого шару ґрунту і розкривних порід з добрими ґрунтоутворюючими властивостями, окремо виймаються і

укладаються на поверхню відновлюваних відвалів; прийнятих способів розробки кар'єрів та формування відвалів; типу і характеристики основного обладнання, черги розробки і швидкості переміщення фронту робіт; рівномірного завантаження устаткування протягом усього терміну експлуатації кар'єру; властивостей родючого шару ґрунту і розкритих порід, які використовуються для рекультивації; рельєфу, клімату, гідрологічних і гідрогеологічних умов рекультивуємої території, які панують геохімічних процесів в даному районі до і після розробок.

Етап технічної рекультивації повинен проходити в процесі експлуатації кар'єру. Виконання цієї умови, по-перше, економить витрати на розрівнювання відвалів, так як роботи ведуть з пухкими породами, які вимагають менше зусиль на різання і переміщення ґрунту; по-друге, скорочує період освоєння рекультивованих площ, так як перше розрівнювання відбувається в період формування відвалів, а друге – після часткового самоущільнення в період рекультивації. Етап технічної рекультивації має кілька стадій і включає необхідні роботи з формування рельєфу місцевості.

*Перша стадія* – селективне знімання і складування гумусного шару ґрунту і нетоксичних порід для подальшого їх використання для рекультивації.

*Друга стадія* формування і планування поверхні відвалів. Під відвали в першу чергу необхідно використовувати вироблений простір кар'єрів, ярів і балок, а також гідровідвалів.

За розміщення відвалів в ярах і балках необхідно враховувати хімічний і мінералогічний склад складованих порід. Не рекомендується заповнювати їх токсичними породами, так як вони через загальну гідрологічну мережу можуть забруднювати водойми і погіршувати якість води, викликати пригнічення або отруєння фауни і флори водойм.

Відвали розташовують в місцях, які в подальшому не будуть використані для гірських робіт, на майданчиках, непридатних для господарського використання, або з низькою родючістю. Місця для

формування відвалів вибирають з урахуванням перспективи природного і господарського розвитку всього басейну. Під час формування відвалів необхідно прагнути до створення такого рельєфу місцевості, який надалі був би бездоганним в санітарному відношенні, економічно ефективним і естетично прийнятним.

*Третя стадія* – формування потенціально родючого кореневого шару для наступного етапу біологічної меліорації. Родючість ґрунтового шару залежить головним чином від якості розкривних і потенційно родючих порід. Придатність розкривних і вміщуючих порід для біологічної рекультивації порушених земель визначають відповідно до рекомендацій ДСТУ 7141–2015. Розкривні і потенційно родючі породи залежно від їх фізико-хімічних властивостей і придатності до біологічного освоєння поділені на три основні групи:

I – родючі і потенційно родючі ґрунти, цілком придатні для вирощування рослин;

II – малопридатні ґрунти для зростання рослин, так звані індіферентні ґрунти, які можна використовувати в основному під лісонасадження;

III – непридатні ґрунти для вирощування рослин, як правило, фітотоксичності, для освоєння яких необхідно попереднє проведення хімічної меліорації.

Кожну з цих груп ділять на підгрупи за фізико-хімічними властивостями і за придатністю до різних видів освоєння згідно ДСТУ 7141–2015. Порядок формування потенційно родючого кореневого шару за рекультивації поверхонь вироблених кар'єрів і відсипних відвалів залежить від токсичності їхніх порід. Якщо породи фітотоксичні і містять більше 20 % токсичних ґрунтів, то на них не можна безпосередньо наносити шар ґрунту. Так, за покриття гумусним шаром ґрунту сульфідомістних порід в ґрунтовому шарі збільшується вміст рухомих форм заліза і особливо алюмінію, обмінного водню і знижується вміст обмінних катіонів. Вступаючи з капілярної вологою розчини сірчаної кислоти викликають

руйнування мінеральної частини ґрунту, що сприяє появі додаткових кількостей рухомих форм алюмінію і кремодислоти, різкого зниження рН. Поховання сульфідод вмістних порід навіть на глибину 1,0 м не рятує рослини від їх несприятливого впливу і значно знижує врожай порівняно з зональними ґрунтами. Токсичність сульфідод вмістних порід може бути зменшена за проведення хімічної меліорації, перш за все вапнуванням з внесенням високих доз вапна (не менше 7–10 кг/м<sup>2</sup> на глибині меліорованого шару 0,5–0,7 м). Після проведення хімічної меліорації покривають нетоксичною ґрунтоутворюючою породою, а поверх неї наносять ґрунтовий шар. Утримуючи токсичні ґрунти менш як 20 % хімічну меліорацію не проводять.

Етап технічної рекультивациі включає також і такі роботи, як будівництво під'їзних шляхів, дренажно-осушувальних і водоогорожуючих споруд для захисту рекультивованих площ від зливових та паводкових вод, від водної та вітрової ерозії.

Третій етап відновлення порушених земель – *біологічний етап рекультивациі*, здійснюють після повного завершення гірничотехнічного етапу (дод. А). Він полягає у відновленні ґрунтового покриву. Роботи цього етапу землекористувачі виконують відповідно до передбачуваного використання рекультивованої території і агротехнічними вимогами до ґрунтового покриву для вирощування конкретних сільськогосподарських культур. Під час біологічної рекультивациі забезпечують формування ґрунтового шару, структури ґрунту, накопичення гумусу і поживних речовин та доведення властивостей ґрунтового покриву до стану, що відповідає вимогам сільськогосподарських культур, передбачених для вирощування.

Ухвалення рішення про передбачуване цільове використання рекультивованих площ залежить від багатьох факторів, важливими з яких є придатність рекультивациійної території для передбаченого використання та потреба в розміщенні об'єкта відповідного типу з урахуванням прийнятих способів розробки порід в кар'єрах і укладання їх за формування відвалів.

Суха виїмка порід в кар'єрах і відсипка непородних відвалів дають можливість подальшого використання рекультивованих територій практично в будь яких цілях.

Видобуток порід в обводнених кар'єрах створює обмежений вибір подальшого цільового використання рекультивованих територій, наприклад, вироблений простір обводнених кар'єрів, як правило, використовують в основному в якості водойм. Проміжним варіантом подальшого використання виробленого простору обводнених кар'єрів можна вважати їх засипання матеріалом або породами, нешкідливими для ґрунтових вод і навколишнього середовища. Тоді створюються ті ж умови вибору цільового подальшого використання, що і за сухої виїмки порід (табл. 1.1).

Вибір подальшого використання територій рекультивованих наливних гідровідвалів з розкривних порід може бути комбінованим, наприклад, наміту територію в межах пляжної частини гідровідвалу можна використовувати практично в будь яких цілях, а ставки-відстійники – як водойми.

Порушені землі після рекультивації можуть бути використані під рілля, сіножаті, лісопосадки, а також і для інших цілей, наприклад, під спортивні та ігрові майданчики, парки, кемпінги, будівництво. Вимоги до рекультивації порушених земель за напрямками їх цільового використання згідно ДСТУ 7141-2015 полягають в наступному: за сільськогосподарського напрямку рекультивації земель зформовані ділянки повинні бути зручними за рельєфом, розмірами і формами, а поверхневий шар складений породами, придатними для біологічної рекультивації. Розміри і планування ділянок мають забезпечувати продуктивне використання сучасної сільськогосподарської техніки та виключення розвитку ерозійних процесів і зсувів ґрунту.

Таблиця 1.1

**Види порушених земель і можливі напрямки їх використання після рекультивації**

Домінуючий вид порушених земель	Можливе подальше використання рекультивованих площ
Неглибокі вирівняні	Сільсько-, лісо- і водогосподарське у виробничих цілях
Поєднання відпрацьованих торф'яників і середньо-глибоких западино-образних кар'єрів, які воєкривають мінеральні відкладення (четвертинні породи)	Сільсько-, лісо- і водогосподарське у виробничих цілях на основі корінного поліпшення мінеральних ґрунтів
Середньо–глибокі кар'єри різних форм, поєкриваючі як четвертинні, так і корінні породи	Рівнинна не підтоплена ґрунтовими водами поверхня – с/г; уздовж бортів – лісозахисне; обводнена частина кар'єрів – рекреаційне
Поєднання внутрішніх відвалів (гребінчатоподібних, платоподібних) і розрізних або залишкових траншей, переважання корінних порід різного геологічного віку	Сільсько-, лісо- та водогосподарське з виробничою метою на основі корінного покращення мінеральних ґрунтів
Не високі гребінчатоподібні відвали (дренажні поля), складені мінеральними (частіше четвертинними) породами	Стоко-регулюючі лісопосадки, залуження з метою заповнення кормових угідь, місцями для овочівництва
Поєднання дуже глибоких терасованих кар'єрів, зовнішніх відвалів гребінчатоподібних, конічних, платоподібних, складеними тими ж породами	Лісосмуги протиерозійного, водоохоронного, санітарно–захисного напрямків, с/г використання платоподібних відвалів
Поєднання нагорних, нагорно–глибинних кар'єрів і зовнішніх відвалів з провалами над шахтними полями, а також суміщення провальні–відвальними комплексами. Серед знайдених і витягнутих у відвали порід, переважають скальні з несприятливими хімічними властивостями	Лісопосадки і задерніння природоохоронного значення у поєднанні з технічними засобами консервації відвалів і бортів кар'єрів
Поєднання типів земель, супутніх підземній розробці кам'яного вугілля і кольорових металів: відходи збагачуючого виробництва (хвостосховища)	Природоохоронне: озеленення місцевими (зональними) видами рослин
Поєднання соляних копалень і відвалів соленосних порід, забруднення земель нафтою та нафтопродуктами	Вибірково с/г з використанням зрошення

Перед підготовкою земель під ріллю на малопродуктивні породи наносять родючий шар ґрунту. У випадках відсутності необхідної кількості ґрунту наносять потенційно родючі породи. Для формування кореневого шару проводять агротехнічні та меліоративні заходи з підвищення родючості потенційно родючих порід з подальшим вирощуванням на них однорічних, багаторічних злакових та бобових культур.



Після закінчення робіт з рекультивації земель за сільськогосподарського напрямку їх використання необхідне укладення агрохімічної і санітарно-епідеміологічної служб про відсутність небезпеки виносу рослинами речовин, токсичних для людини і тварин.

За *лісогосподарського напрямку* використання створюють ліси експлуатаційного призначення, а за необхідності – ліси захисного, водорегулюючого і рекреаційного призначення. Підбирають деревні і чагарникові рослини з урахуванням класифікацій гірських порід, характеру гідрогеологічного режиму та інших екологічних факторів.

*Водогосподарський напрямок* використання порушених земель передбачає створення водойм різного призначення в кар'єрних виїмках, траншеях і на деформованих ділянках шахтних полів. Створення водойм включає будівництво відповідних гідротехнічних споруд, необхідних для затоплення кар'єрних виїмок і підтримки в них розрахункового рівня води, проведення заходів щодо запобігання зсувів і розмиву берегів з урахуванням комплексного їх використання переважно для цілей водопостачання, рибальства, зрошення та рекреаційних цілей. У зв'язку з цим, токсичні породи дна і бортів водойми, а також пласти порід, схильні до самозаймання, екранують безпечними породами.

За створення водойм необхідно планувати заходи щодо запобігання потрапляння у водойми кислих або лужних підземних вод та підтримання сприятливого режиму і складу води відповідно до санітарно-гігієнічних вимог, а також заходи з благоустрою та озеленення берегів.

Вимоги рекультивації земель *санітарно-гігієнічного напрямку* включають вибір засобів консервації порушених земель залежно від стану, складу і властивостей до даних порід, природно-кліматичних умов, техніко-економічних показників. Всі заходи щодо технічної та біологічної рекультивації в умовах консервації порушених земель погоджують з органами державної санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України. Застосовувані в'язучі матеріали для закріплення

поверхні порушених земель повинні володіти достатньою водостійкістю і стійкою до температурних коливань і не мати негативного впливу на довкілля.

Поверхню промислових відвалів, складених непридатним для біологічної рекультивації субстратом, екранують, додаючи шар ґрунту з потенційно родючих порід. Консервацію шлаковідстійників, хвостосховищ, золівідвалів і інших промислових відвалів, що містять токсичні речовини, здійснюють з дотриманням санітарно-гігієнічних норм. Поверхню промислових відвалів закріплюють технічними, біологічними або хімічними способами.

Для рекультивації земель *рекреаційним напрямком* необхідне вертикальне планування з мінімальним обсягом земляних робіт і збереженням існуючих або утворених в результаті виконання робіт форм рельєфу. Проектування, будівництво та експлуатацію зон рекреації проводять відповідно до вимог ДСТУ 7141-2015 і з урахуванням вимог, які ставляться до озеленення територій і створення водойм.

### **1.3. Результати рекультивації**

Вибір виду й напрямку рекультивації визначається природно-економічними умовами і в більшості випадків диктується тим, які землі були порушені в процесі розробки корисних копалин та як вони раніше використовувалися.

Наприклад, не можна однаково підходити до вибору виду рекультивації, якщо розробками родовищ порушені родючі чорноземи і малогумусні, безструктурні підзолисті або дерново-підзолисті ґрунти. Отже, вже сама ґрунтова характеристика значною мірою підказує, які треба приймати рішення. Аналогічну допомогу під час вибору виду й напрямку рекультивації можуть надати такі показники, як ступінь і вид засолення, рівень ґрунтових і підґрунтових вод, спосіб розробки родовища та ін.

Ефективність рекультивації залежить від термінів і якості її проведення. Потрібно врахувати, що відповідальність за гірничотехнічну рекультивацію і передачу земель в належному стані, які звільнилися після завершення робіт із добування сировини, покладається на керівників гірничодобувних підприємств, а за своєчасне і раціональне використання – на землекористувачів, яким передаються рекультивовані землі.

Результат поліпшення стану навколишнього середовища регіону при рекультивації, відповідно до санітарно-гігієнічних, естетичних, рекреаційних та інших вимог, враховується соціально-екологічним коефіцієнтом, диференційованим за типами порушених земель, природними зонами, напрямками рекультивації. Також вноситься поправка на освоєність території.

*Народногосподарський* результат рекультивації порушених земель включає такі результати:

– *виробничий* – одержання продукції з відновленої площі. При відшкодувальному природокористуванні він визначається приростом показника економічної оцінки земельних угідь. Якщо відповідні оцінки відсутні, розрахунок робиться за відтвореною продуктивністю відповідних земель внаслідок рекультивації, визначеною в витратах на відповідну продукцію з рекультивованих земель;

– *соціально-економічний* – створення сприятливих умов для життєдіяльності людини та функціонування екологічних систем у районі розміщення об'єктів рекультивації. У зв'язку з різнобічністю проявів соціально-економічних результатів і різного ступеня їх залежності від напряму рекультивації вони об'єднуються в дві групи: середовищезахисні та середовищеполіпшуючі.

Аналогічно народногосподарському визначається *госпрозрахунковий* результат рекультивації. Для підприємств, які використовують рекультивовані землі, він визначається приростом прибутку від реалізації продукції та послуг, що їх отримують з цих земель.

## РОЗДІЛ 2

### РЕКУЛЬТИВАЦІЯ І ОБЛАШТУВАННЯ КАР'ЄРІВ НЕРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА СУХОЇ ВИЙМКИ ҐРУНТУ

В результаті видобутку корисних копалин і мінеральної сировини ґрунт порушуються кар'єрними виробками, що досягають глибини 100 м. Залежно від положення дна кар'єру щодо залягання підземних вод він буває обводнений або сухий.

У сухих кар'єрах матеріал, який добувається, зазвичай розробляють землерийними машинами, а у зволжених – частіше використовують землесосні знаряддя. Зволожені кар'єрні виїмки після закінчення їх експлуатації використовують під водойми багатощільового призначення, сухі – під майданчики для будівництва, ріллю, пасовища, лісонасадження тощо.

За сухої виїмки ґрунту нижній горизонт не повинен досягати рівня залягання ґрунтових вод, а кар'єр не повинен заповнюватися водою. Глибина нижнього горизонту залежить від планів рекультивації й облаштування території та унеможливлення роботи землерийної техніки. Достатньою відстанню між максимальним рівнем ґрунтових вод і нижнім горизонтом розробки вважають 1,0 м, що є визначальним за вибору подальшого використання території кар'єру до початку робіт з виїмки ґрунту. У разі порушення даної умови в умовах сухої виїмки ґрунту, яка часто здійснюється стихійно, розробку ведуть до тієї глибини, яка в тому чи іншому випадку дозволяє коливатися рівню ґрунтових вод.

Після виїмки ґрунту залишається заболочена, що практично не піддається рекультивації, територія. У таких випадках перед проведенням робіт з рекультивації виникає необхідність проведення осушувальних заходів. Іноді такі території можна використовувати як місця проживання земноводних, які матимуть природоохоронне значення.

Велику увагу привертає спосіб ведення робіт з виїмки ґрунту в кар'єрі. Часто рекультивацію можна починати, не чекаючи завершення розробок, і значно спростити її, вибравши відповідну технологію проведення робіт в кар'єрі.

Перед масовим виробленням знімають родючий шар ґрунту з метою подальшого використання його на малопродуктивних угіддях і рекультивованих землях. Норми зняття родючого шару ґрунту за виробництва земляних робіт визначаються вимогами ДСТУ 7141-2015. У разі зняття, складування та збереження родючого шару ґрунту необхідно дотримуватися заходів, що виключають погіршення його якості.

Схема екскаваторної виїмки родючого ґрунту в кар'єрі екскаватором з навантаженням в транспортні засоби і перемішуванням верхнього ґрунтового шару на дно виробленого горизонту однієї і тієї ж ґрунторозробляючої машини показана на рис. 2.1.

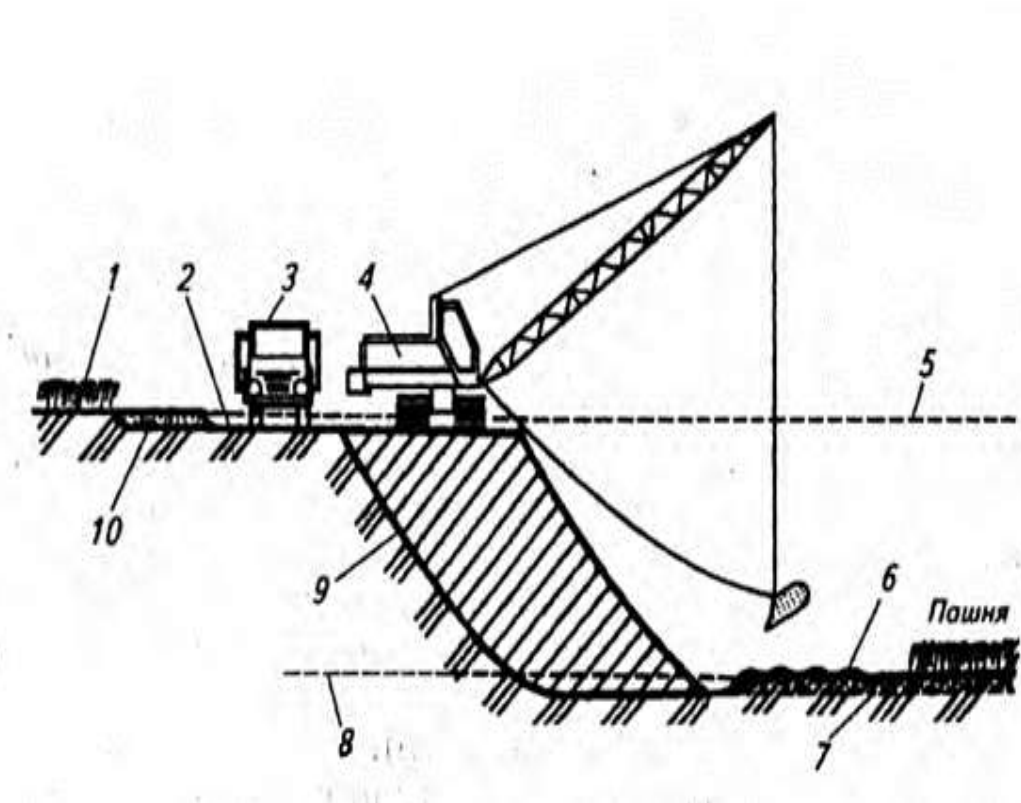


Рис. 2.1. Схема рекультивації кар'єру для сільськогосподарського використання виробленого простору з переміщенням і нанесенням ґрунтового шару на дні кар'єра в процесі виїмки ґрунту: 1– рілля до зняття ґрунтового шару; 2 – під'їзна

дорога; 3 – автосамоскид; 4 – екскаватор; 5 – верхній шар ґрунту дна кар'єру; 6 – переміщення верхнього шару ґрунту з розрівнюванням з рекультивованої поверхні; 7 – неущільнена підшва вироблення; 8 – поверхня землі після виїмки ґрунту і рекультивації кар'єру; 9 – забій екскаватора; 10 – шар ґрунту, що знімається поетапно.

## **2.1. Рекультивація території кар'єрів за сільськогосподарського напрямку використання**

Після завершення кар'єрних розробок можливі різні варіанти використання територій. В основному рекультивацію проводять з метою використання території під сільськогосподарські угіддя. Часто після рекультивації спостерігається навіть деяке підвищення врожайності, так як за виїмки ґрунту видаляються високопроникні шари піску і гравію, а родючий ґрунт наближається до ґрунтових вод, тим самим покращуючи забезпеченість водою сільськогосподарські культури.

За рекультивації кар'єрів для сільськогосподарського використання необхідно враховувати зміни мікроклімату, що супроводжуються можливістю накопичення холодного повітря. З метою зменшення його впливу, дну кар'єру надають легкий нахил в бік долини. В процесі кар'єрних розробок істотно ущільнюють підґрунтові шари за рахунок робочих переміщень будівельної техніки. Тому для підвищення цінності рекультивованої території проводять ретельне розпушування підґрунтя на глибину до 0,5 м, після чого на дно кар'єру наносять орний шар ґрунту, частково змішуючи його з підґрунтям. Товщина шару залежить від кількості родючого ґрунту, яку вдалося зберегти в процесі виробництва розкривних робіт.

На раціональне сільськогосподарське використання територій впливають форма і розміри рекультивованої території. Тому на стадії проєктування виробництва робіт в кар'єрі необхідна паралельність меж відведеної ділянки площею не менше 2,0 га. Особлива проблема

рекультивуації під сільськогосподарські угіддя в місцях сухої виїмки ґрунту – формування відкосів кар'єру, що можна вирішити двома способами:

1. Рекультивацію кар'єрів глибиною до 5,0–6,0 м потрібно починати з виположування відкосів, яке дозволяє отримати додаткові площі, придатні для використання; послаблювати ерозійні процеси на схилах; оберігати рекультивовану площу від занесення частинками ґрунту, що змивається з відкосів; поліпшити загальний ландшафт рекультивованої території.

За використання площі відкосів кар'єрів в сільськогосподарських цілях їх крутизна повинна забезпечувати безперешкодний рух машин, які агрегуються з тракторами та самоходними машинами. Відповідно до цих вимог відкоси кар'єрів повинні бути виположені до крутизни  $m = 5$  і більше. Схема виробництва робіт за виположення відкосів кар'єра приведена на рис. 2.2.

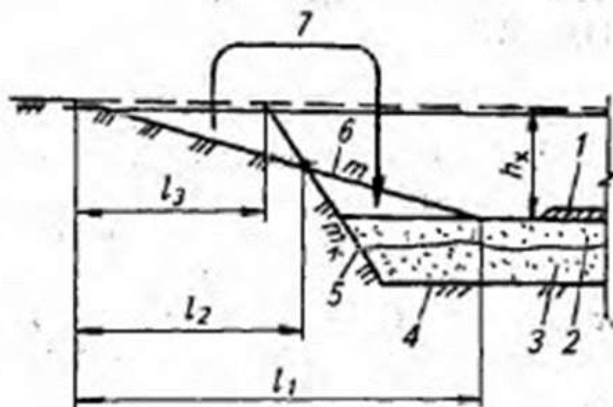


Рис. 2.2. Схема проведення робіт з виположування бортів кар'єра: 1 – родючий шар ґрунту; 2 – потенційно родючий шар; 3 – шар непридатного ґрунту; 4 – дно кар'єру; 5 – борт кар'єру до виположування з врахуванням  $m_k$ ; 6 – проектне закладення бортів кар'єра ( $m$ ) після виположування; 7 – напрям переміщення ґрунтових мас під час виположування; 7 – залишкова глибина кар'єру без урахування товщини шару ґрунту ( $l_1, l_2, l_3$ ) – проектні розміри

2. Рекультивацію глибоких кар'єрів, глибиною понад 6,0–10,0 м виконують без виположування, а їх крутизна повинна становити не менше  $m = 1,5$ . З огляду на велику довжину схилів в глибоких кар'єрах, через кожні 5,0

м висоти, на них влаштовують берми шириною до 3,0 м з деяким нахилом для захисту його від великої ерозії і забезпечення доступу техніки в процесі рекультивації. Схема рекультивації і облаштування глибоких кар'єрів з крутими схилами відкосів після сухої виїмки ґрунту показана на рис. 2.3.

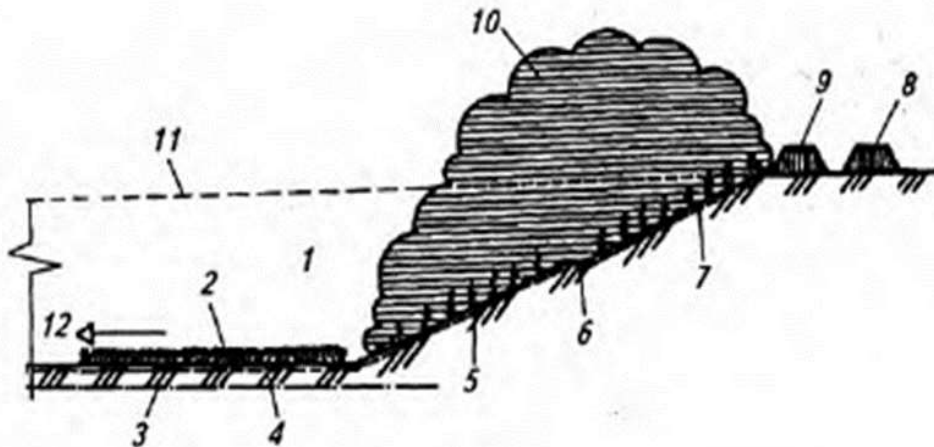


Рис. 2.3. Схема рекультивації і облаштування глибоких кар'єрів після сухої виїмки ґрунту: 1 – вироблений простір кар'єру; 2 – рілля; 3 – рівень ґрунтових вод; 4 – відновлений ґрунтовий шар дна кар'єру; 5 – схил вироблення; 6 – берма; 7 – висадка саджанців дерев і чагарникової рослинності після активації бідного ґрунту на схилах; 8, 9 – тимчасові кавальєри потенційно родючого ґрунту; 10 – сформована дерево-чагарникова рослинність; 11 – попередня висота місцевості; 12 – напрямок нахилу дна кар'єру.

Нерідко вироблений простір кар'єрів в період експлуатації використовують для безсистемного розміщення внутрішніх відвалів суміші потенційно родючого і непридатного ґрунтів розкриву. Тоді умови проведення гірничо-технічного етапу рекультивації таких кар'єрів для сільськогосподарського цільового використання істотно ускладнюються, а тому необхідно виконувати наступні умови:

1. Непридатні і малоприсадибні породи внутрішніх відвалів розкривних порід повинні бути сплановані і засипані шаром нетоксичних (потенційно родючих) ґрунтів, придатних для розвитку кореневої системи рослин: не менше 0,6 м – для ріллі; 0,7 м – для сінокосів, 1,0–2,0 м – для лісопосадок.



2. Зверху відсипаної непридатної і малопродатної породи необхідне відсипання родючого шару ґрунту, що забирається з відвалів раніше знятого родючого шару ґрунту потужністю не менше 0,3–0,4 м під рілля і 0,2–0,3 м – під сінокоси. За умов влаштування лісопосадок родючий шар ґрунту засипають в ями безпосередньо під час садіння дерев і чагарників.

Схема виконання робіт на гірничо-технічному етапі рекультивації виробленого простору кар'єрів після припинення їх експлуатації показана на рис. 2.4.

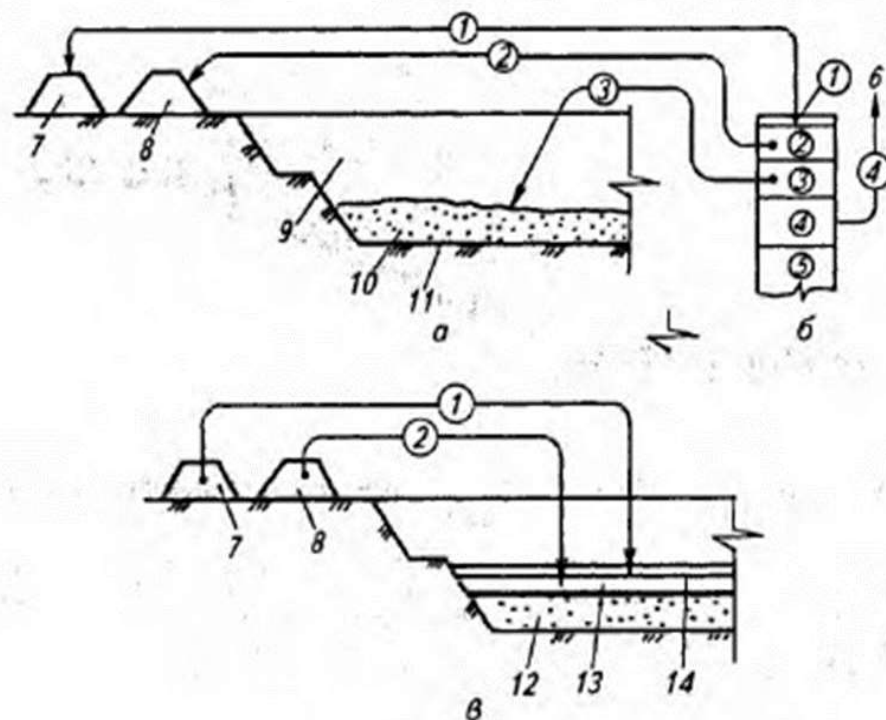


Рис. 2.4. Схема виконання робіт на гірничотехнічному етапі рекультивації виробленого простору кар'єру після припинення експлуатації: а – розріз кар'єру в період експлуатації; б – геологічний розріз; в – розріз кар'єру в період проведення рекультивації; 1 – родючий шар ґрунту; 2 – потенційно родючий шар; 3 – непридатні породи; 4 – корисні копалини; 5 – підстиляючі гірські породи; 6 – споживач; 7 – зовнішній тимчасовий відвал родючого шару ґрунту; 8 – зовнішній тимчасовий відвал потенційно родючого ґрунту; 9 – вироблений простір кар'єру; 10 – внутрішній відвал непридатного розкривного ґрунту; 11 – дно кар'єра; 12 – вирівняний внутрішній відвал непридатного ґрунту; 13 – насипання нетоксичного (потенційно родючого) шару; 14 – відсипання шару ґрунту.

За суміщення розкривних робіт з гірничотехнічним етапом рекультивації виробленого простору кар'єрів безпосередньо в період їх експлуатації можливе зниження витрат майже в 3–4 рази за рахунок скорочення кількості переробки порід і зменшення відстані їх переміщення. Схема черговості виконання робіт і напрям переміщення гірських порід за суміщення розкривних робіт з гірничотехнічним етапом рекультивації кар'єрів показана на рис. 2.5.

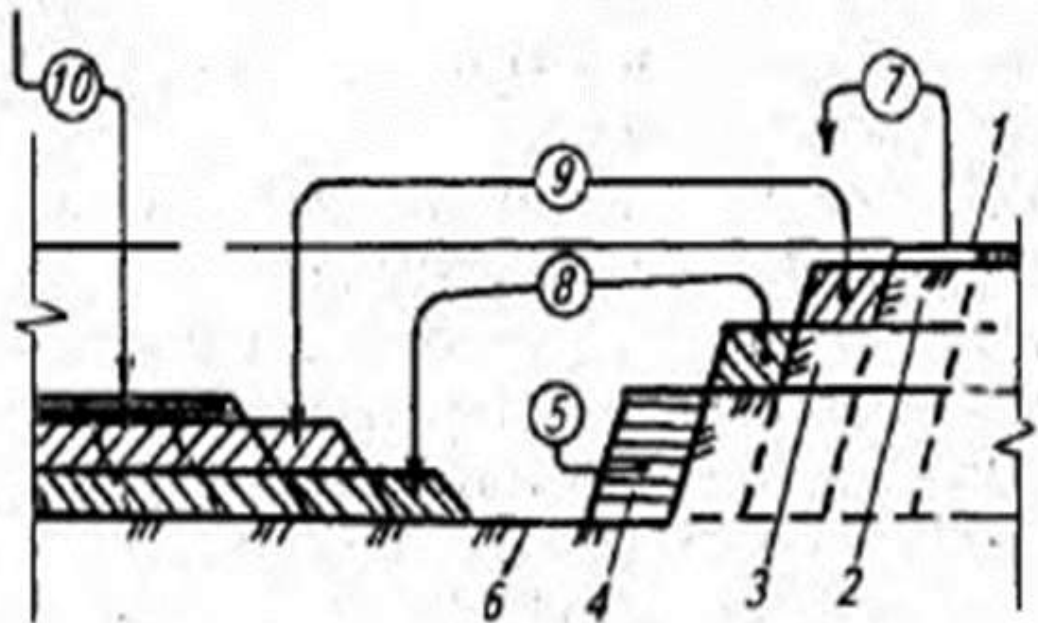


Рис. 2.5. Схема виробництва з поєднанням розкривних робіт з гідротехнічним етапом рекультивації кар'єру: 1 – родючий шар ґрунту; 2 – потенційно родючий ґрунт; 3 – непридатний ґрунт; 4 – корисні копалини; 5 – відвантаження корисних копалин споживачеві; 6 – дно кар'єру; 7 – зняття і видалення родючого шару ґрунту в зовнішні тимчасові відвали; 8 – розробка розкривного непридатного ґрунту і переміщення його в постійний внутрішній відвал; 9 – розробка розкривного потенційно родючого ґрунту, переміщення і укладання його на верх раніше покладеного розкривного непридатного ґрунту; 10 – нанесення родючого шару ґрунту з ґрунту, що забирався з тимчасових зовнішніх відвалів кореневмісного шару.



## **2.2. Рекультивація кар'єрів за лісгосподарського напрямку використання територій**

Під час вибору лісгосподарського напрямку рекультивації кар'єрів керуються тими ж міркуваннями, що і для проведення рекультивації під сільськогосподарські угіддя. Можливість заліснення територій використовують в тих випадках, коли сільськогосподарське або інше використання території кар'єру пов'язане з певними труднощами, наприклад, низька якість ґрунту, віддалене розташування кар'єра від населених пунктів, незадовільний мікроклімат для вирощування сільськогосподарських культур тощо. Після завершення робіт з гірничотехнічного етапу рекультивації кар'єрів приступають до біологічного. Показовий склад процесів виконання робіт на біологічному етапі рекультивації не обводнених кар'єрів наведений в табл. 2.1. Технологія поетапного вапнування наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.1

### **Процеси виконання робіт на біологічному етапі рекультивації порушених земель**

Вид робіт	Основні агротехнічні і технологічні вимоги	Застосовувані машини
Додаткове випрямлення і планування після закінчення осаду поверхні	Ліквідація підвищень і понижень з метою рівномірного розподілу атмосферних опадів і недопущення вимокання	Вирівнювач-планувальник навісний до трактора
Внесення хімічних меліорантів	Види і дози внесення встановлюють на основі аналізів ґрунтів, виконаних агрохімлабораторією	Комплекс машин з транспортування, розкидання і закладення хімічних меліорантів в ґрунт
Комплекс робіт з первинного освоєння з посівом зерно-бобових багаторічних трав на 2–3 роки:		
Внесення добрив	У встановлені строки і з урахуванням запасів поживних речовин у ґрунті	Розкидачі добрив
Передпосівний обробіток із внесенням добрив	На глибину 0,1 м	Плуги дискові і зубчасті борони, культиватори

Посів травосумішей	Відповідно нормам висіву протруєного насіння	Сіялки з міжряддямаи 7,5 або 15 см
Догляд за посівами (рихлення, боротьба з бур'янами, зрошення)	За необхідності; за утворення кірки	Культиватори, борони голчасті та інші
Збирання	Злакові – у фазі виголошування; бобові – на початку цвітіння	Косарки, валкоутворювачі, граблі-розрихлювачі, підбирачі, навантажувачі та інші машини
Введення спеціальної перехідної сівозміни (на 5–9 років)	Відповідно до агротехніки вирощування кожної культури сівозміни	Комплекси с/г машин відповідно догляду за культурами
Введення зональної сівозміни, характерної для регіону	–	–

Таблиця 2.2

### Технологія поетапного вапнування ґрунту

Вид робіт	Основні агротехнічні і технологічні вимоги	Використані механізми
Доставка вапна	Створення необхідних запасів матеріалів; своєчасна доставка; забезпечення зберігання; захист від вологи	На проміжках транспортування: до 70–100 км – автосамосвали; до 25 км – тракторні прицепи; до 10–25 км – розкидачі добрив на базі автомашин. Розкидач добрив (РУМ-8, РУП-8 і трактор Т-150К або РУМ-16 до трактору К-701), борона дискова навісна (БДН-3 і трактор Т-75)
Розкидання 50%-ї дози вапна	Норма внесення 2–6 % ваги меліоративного шару (2–10т/га) залежно від рН	На проміжках транспортування: до 70–100 км – автосамосвали; до 25 км – тракторні прицепи; до 10–25 км – розкидачі добрив на базі автомашин. Розкидачі добрив (РУМ-8, РУП-8 і трактор Т-150К або РУМ-16 до трактору К-701) Борона дискова навісна (БДН-3 і трактор Т-75)
Змішування вапна з верхнім шаром ґрунту	На глибину 0,1 м або на половину орного шару	На проміжках транспортування: до 70–100 км – автосамосвали; до 25 км – тракторні прицепи; до 10–25 км – розкидачі добрив на базі автомашин. Розкидачі добрив (РУМ-8, РУП-8 і трактор Т-150К або РУМ-16 до трактору К-701) Борона дискова навісна (БДН-3 і трактор Т-75)
Оранка з оборотом пласта	На глибину 0,2 м або орного шару	Плуги загального призначення (ПЛП-6-35 і трактор Т-150К)

Мінеральні добрива в співвідношенні  $K_{20} - 50 \%$ ,  $P_{20_5} - 30$ ,  $NO_3 - 20 \%$  вносять машинами МВУ–8Б. Звичайна доза їх внесення складає близько 0,5 т/га. Внесені в ґрунт добрива заробляють дисковими боронами на глибину до 0,06 м.

Рекультивацію кар'єрів залісненням проводять в наступній послідовності. Спочатку вирівнюють дно кар'єра і виположують схили до значень  $m = 1,5$  і більше, а на глибині кар'єру більше 5,0–6,0 м на схилах влаштовують берми шириною близько 3 м через кожні 5 м висоти схилу. Після завершення цих робіт розпушують ущільнений ґрунт на дні кар'єру, а потім висівають бобові культури, що сприяють утворенню гумусу і накопиченню азоту.

В подальшому закладають ліс, уникаючи монокультури. Одні лише деревні види не сприяють всебічному розвитку потенціалу території. Їх доповнюють листяними деревними видами, відповідних до типу лісорослинних умов. Під час садіння мішаних деревних рослин більш повно формується ландшафт і забезпечується оздоровлення природних угруповань. Периметр лісопосадки необхідно обсадити чагарниками і деревами другої величини, утворюючи галявину шириною 3,0–5,0 м.

Поряд з сільськогосподарською та лісогосподарською рекультивацією місця сухої виїмки ґрунту можна використовувати і в інших цілях, наприклад, для створення спортивних та ігрових майданчиків, кемпінгів і відведення ділянок під будівництво. Не виключається і зворотнє засипання виробленого простору кар'єрів безпечними, з точки зору санітарії та збереження якості ґрунтових вод, матеріалами, наприклад, відвальним ґрунтом, будівельними відходами та іншими нешкідливими матеріалами. Після заповнення ними кар'єру формують верхній насипний шар, відсипаний з мінерального ґрунту товщиною до 0,5 м і родючого – не менше 0,15 м, з подальшою рекультивацією території для сільськогосподарського або іншого використання.

## РОЗДІЛ 3

### РЕКУЛЬТИВАЦІЯ І ОБЛАШТУВАННЯ ОБВОДНЕНИХ КАР'ЄРІВ

Місця мокрої виїмки ґрунту – це затоплення водою кар'єрів, в яких ґрунт добувають з глибин, розташованих нижче рівня ґрунтових вод. Після завершення виїмки ґрунту такі кар'єри стають затопленими. Будь який затоплений кар'єр можна перетворити в місце існування тварин і рослин та в прекрасне місце відпочинку.

Затоплені кар'єри, в яких виїмку ґрунту вели без належного контролю, будучи занедбанними, несуть в собі небезпеку, і їх інтеграція в ландшафт силами самої природи відбувається надзвичайно повільно. Рекультивація та облаштування затоплених кар'єрів прискорюють цей процес.

#### **3.1. Водний режим і глибина водойм та вимоги до їх облаштування**

Ґрунтову воду в затоплених кар'єрах можна вважати бездоганною з санітарної точки зору, після завершення виїмки ґрунту вона переходить в розряд поверхневих або озерних вод. В процесі експлуатації водойми озерна вода може забруднюватися не тільки за рахунок зовнішніх забруднюючих речовин, що надходять з прилеглої території, а й за рахунок біологічної життєдіяльності самого водоймища, що сприяє зменшенню підживлення ґрунтовими водами. Підтримка якості води стає проблемою саморегулювання водойми. Тому до складу робіт з рекультивації і облаштування водойми необхідно включати всі можливі заходи з нейтралізації забруднень на підступах до водойми, а водна рослинність і тваринний світ повинні забезпечувати її чистоту за рахунок саморегулювання.

Якість води часто страждає не від кількості безпосередніх забруднюючих речовин, а через надлишок поживних речовин, що виникає за рахунок припливу ззовні або внаслідок підгодівлі риб і великого скупчення

водоплавних птахів. Надмірне накопичення поживних речовин робить негативний вплив на застійні, мілководні водойми, що призводить до порушення біологічних процесів регенерації.

Глибина водойми також має важливе значення для саморегенерації і подальшого її використання та формується в процесі виїмки ґрунту. Глибина розробки визначається заляганням придатних ґрунтів самого родовища і способом видобутку.

Виймають незв'язані і напівзв'язані ґрунти в обводнених кар'єрах частіше плавучими землесосними снарядами, рідше грейдерними екскаваторами, драглайнами, канатно-ковшовими і канатно-скреперними установками, а в осушених кар'єрах застосовують прямі лопати і скрепери. Під час виїмки ґрунту землесосними снарядами глибина розробки має бути до 18,0–20,0 м, що сприяє утворенню досить глибоких, біологічно стабільних водойм.

Таким чином, для рекультивації і облаштування обводнених кар'єрів слід керуватися тим, що для виїмки ґрунту необхідним є створення рівного і плоского дна, а для довготривалого використання водойми без значного погіршений якості води, його мінімальна глибина повинна становити менше 2 м за мінімального сезонного рівня коливання води.

Дрібні водойми швидко забруднюються і заростають водоростями, стаючи непридатними для використання.

Від розміру кар'єру залежать можливості для наступного його використання як водойми. Якщо площа кар'єру до 3,0 га, то в такому випадку найбільш імовірний екологічний дисбаланс, і рекультивація менш ефективна порівняно з рекультивацією водойм, утворених у великих кар'єрах.

Облаштування та формування ландшафту майбутньої водойми залежать від форми кар'єру і рівня залягання ґрунтових вод. В умовах виконання робіт з видобутку ґрунту кар'єру намагаються запланувати, як правило, прямокутну форму з співвідношенням сторін  $L = 2B$ , де  $L$  і  $B$  – довжина і ширина кар'єру, з відведенням по його периметру смуги поверхні



землі для складування в кавальєрах розкривного шару ґрунту і захисту сусідніх ділянок землі.

За умов глибокого залягання рівня ґрунтових вод після виїмки ґрунту в таких кар'єрах утворюються високі і сухі схили, недостатньо стійкі до ерозійних процесів. Зовнішній вигляд схилів і форма їх обрисів погано задовольняють умови формування ландшафту водойми.

Після завершення робіт у таких кар'єрах необхідне впорядкування відкосів і горизонтів вироблення з природною поверхнею землі і надання овальних форм берегової лінії (рис. 3.1).

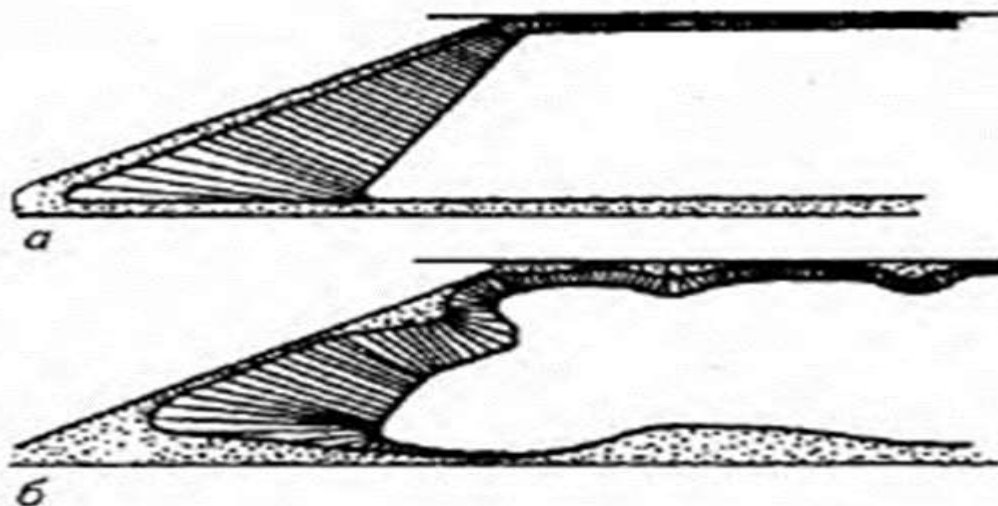


Рис. 3.1. Кар'єрні розробки: а – форма (прямокутна) розробленого кар'єру в плані; б – формування звивистої берегової лінії під час виїмки ґрунту із кар'єру.

Обрис відкосів кар'єрів визначається їх стійкістю і можливістю використання виробленого простору в якості штучної водойми. Для забезпечення стійкості берегів водойми необхідно створення пологих схилів.

Круті схили менш стійкі і більш схильні до ерозійних процесів, їх важко озеленяти, що перешкоджає інтеграції кар'єру в структуру ландшафту. Пологі схили створюють в процесі виїмки ґрунту в кар'єрі. Будь яке перетворення крутих схилів в пологі після закінчення робіт в кар'єрі значно дорожче. Особливо важке перетворення пологих схилів, які нижчі рівня води.

На форму обрисів відкосів кар'єра також впливає заплановане цільове використання його як водойми, наприклад, для водойм, призначених для купання та відпочинку, рекомендується створювати більш пологі схили порівняно з тими, що використовуються для рибного лову, гребне-парусного спорту або іншого призначення. Можливі профілі схилів штучних водойм в кар'єрах показані на рис. 3.2.

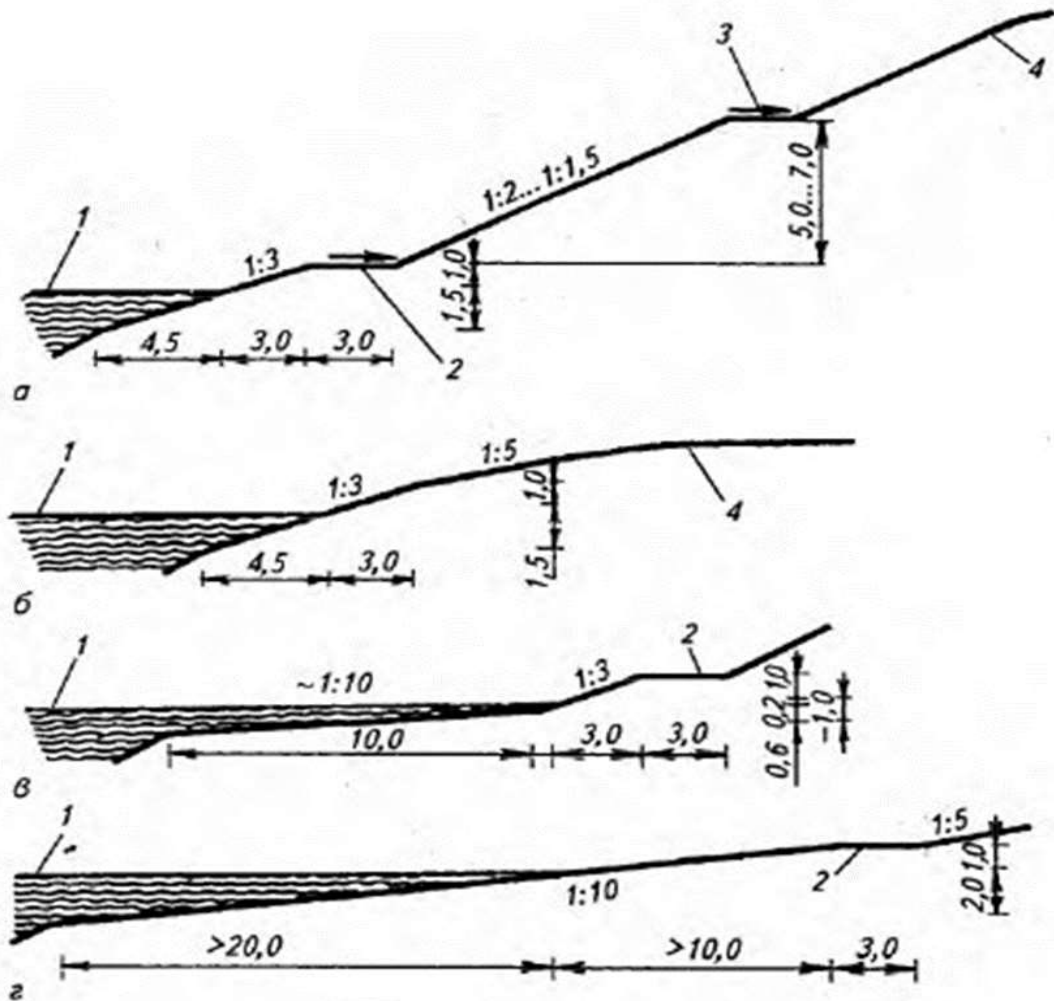


Рис. 3.2. **Можливі профілі схилів штучних водойм утворених в кар'єрах, м:** а і б – високий і невисокий надводні схили вироблення; в – мілководна ділянка з підводним уступом і невисоким надводним схилом; г – піщаний пляж; 1 – рівень води у водоймі; 2 – берма з окружною дорогою; 3 – проміжна берма; 4 – плавне сполучення схилу з рельєфом місцевості.

На краю водного простору схили повинні бути особливо пологими, щоб запобігти нещасним випадкам на воді та забезпечити розвиток рослинності, яка слугує для зміцнення берегів. Крутизна берегу в цьому місці

повинна бути не менше  $m=3-10$  на відстані не менше 1,5–2,0 м від мінімального рівня води залежно від цільового призначення всієї водойми або її частини.

На більшій глибині схили можуть мати велику крутизну, залишаючись стійкими тривалий час. Вище рівня води берегові схили переходять в берму, шириною не менше 3,0 м на висоті не менше 1,0 м над максимальним рівнем води, яку потім сполучають з природною поверхнею землі.

За умовами проведення робіт в глибоких кар'єрах відкоси, як правило, роблять більш крутими, із закладенням  $m=1,5-2$ . Тоді відкоси, розташовані вище рівня води сухі, а під час закладання  $m=2$  і стійкіші порівняно з відкосами, що мають закладення  $m=1,5$  і менше, за відсутності на них суцільної деревної рослинності.

Тому відкоси в глибоких кар'єрах, що розташовані вище рівня води, повинні мати закладення  $m=2$  і більше, а за великої протяжності їх переривають бермами шириною не менше 3,0 м через кожні 5,0 м висоти схилу. Верхні краї виїмок на всіх схилах округлюють для плавного переходу в природну поверхню землі. Схили, яким надано остаточна форма, покривають шаром ґрунту, знятим перед початком розробки кар'єру, товщиною не менше 0,15 м.

Ґрунтом покривають і підводні схили в місцях висаджування водної рослинності.

Після завершення формування відкосів і нанесення на них шару ґрунту проводять роботи з озеленення з метою зміцнення відкосів (висаджування рослинності на рівні води, а також на високих крутосхилах). В іншому випадку можливі ерозія і руйнування відкосів під ударами хвиль. Фрагмент рекультивації і облаштування водойми, утвореного в кар'єрі, показаний на рис. 3.3.

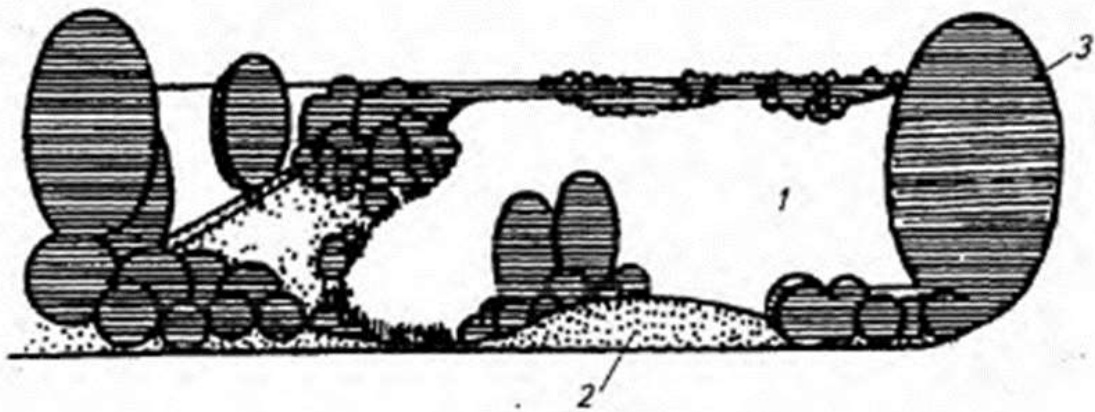


Рис. 3.3. Зовнішній вигляд водойми, утворенні в кар'єрі після проведення рекультивації та облаштування території: 1 – акваторія водойми; 2 – залуження; 3 – деревно-кущова рослинність.

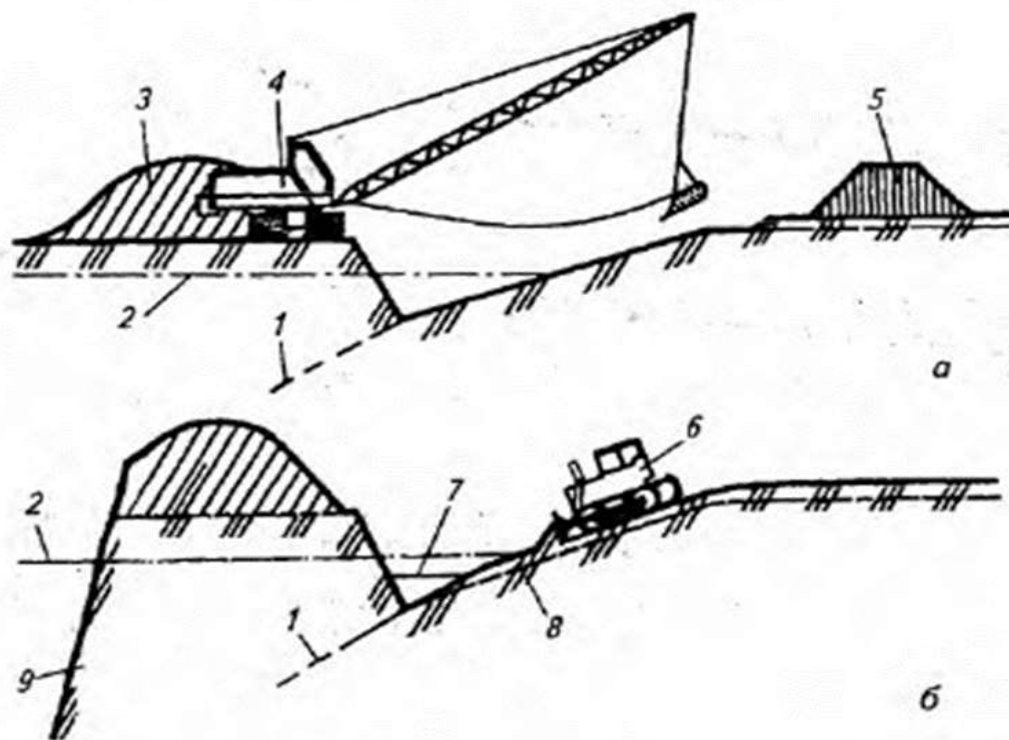


Рис. 3.4. Формування пологих берегових відкосів під час виїмки ґрунту землесосами в мокрих кар'єрах: а – формування пологого схилу екскаватором; б – нанесення шару ґрунту перед підвищенням рівня води; 1 – формування пологого відкосу; 2 – рівень ґрунтових вод; 3 – добутий мінеральний ґрунт під час формування пологого відкосу екскаватором; 4 – екскаватор; 5 – тимчасовий кавальєр ґрунту; 6 – бульдозер; 7 – часткове зниження рівня ґрунтових вод в межах забою екскаватора; 8 – нанесення шару ґрунту на сформований відкіс; 9 – частина ґрунтового масиву, утвореного земзнаряддям.

Під час виїмки ґрунту в кар'єрах землесосними снарядами утворюються круті відкоси із закладенням, рівним відкосам природного обвалення. Формування берегових відкосів проєктних розмірів і закладання землесосними снарядами практично неможливо. Тому під час формування відкосів проєктних розмірів з урахуванням подальшого використання виробленого простору водойми, ґрунт в береговій зоні виймають екскаваторами, переміщуючи придатний ґрунт в зону подальшої розробки частини кар'єру землесосними снарядами (рис. 3.4). Під час виїмки ґрунту в кар'єрі екскаваторами можна отримати берегові відкоси практично будь яких розмірів і закладань.

### 3.2. Формування берегової рослинності штучних водойм

Дерева, чагарники, водорості і очерет сприяють відновленню повноцінного і стабільного природного середовища та забезпечують довгостроковий захист берегів і відкосів від руйнування. Від правильного розташування рослинного покриву залежить підтримка чистоти води у водоймі та досягнення живописного і різноманітного просторового розташування прибережної території. Приклади можливого озеленення штучних водойм показані на рис. 3.5.

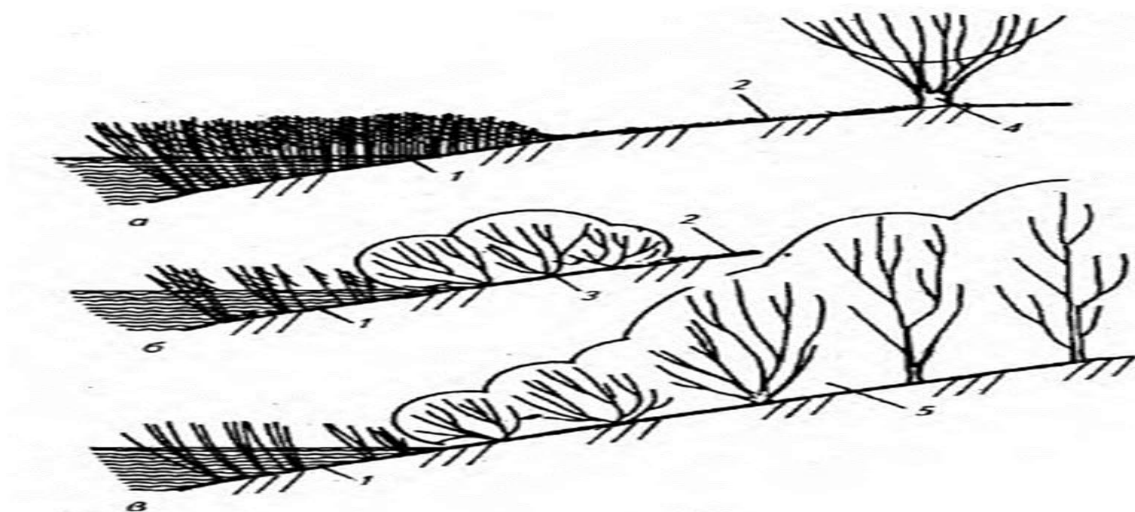


Рис. 3.5. Приклади закріплення берегових схилів штучних водойм озелененням: а, б і в – рекультивация неглибоких, середньої глибини і глибоких кар'єрів; 1 – очерет; 2 – дерен; 3 – верболіз; 4 – окремі дерева; 5 – деревно-чагарникові насадження.

Після завершення вологої виїмки ґрунту і проведення робіт з рекультивації і облаштування кар'єр перетворюється в непроточну водойму штучного походження. Залежно від сезонного коливання рівня води в штучних водоймах і розмірів берегових схилів можна виділити чотири пояси, які характеризуються різними умовами для розвитку рослинності.

*Підводний пояс* – частина берегового схилу, постійно вкрита водою.

*Пояс змінного рівня* – частина берегового схилу, яка періодично затоплюється водою водойми. Ступінь зволоженості ґрунтів у цьому поясі змінюється залежно від сезонного коливання води у водоймі і піднімання хвиль.

*Перший надводний пояс* – частина берегового схилу, розташована вище максимального рівня води у водоймі, ґрунти якого недосяжні впливу піднімання хвиль, але знаходяться під дією впливу капілярного підняття ґрунтових вод.

*Другий надводний пояс* – частина берегового схилу, розташована вище першого надводного поясу, ґрунти якого недосяжні впливу ґрунтових вод.

Розміри кожного з поясів визначаються природними умовами конкретного об'єкту рекультивації. Особливу увагу під час виконання робіт із закріплення берегових схилів кар'єру озелененням необхідно надавати формуванню рослинного покриву в поясі мінливого рівня води, так як ця зона найбільш схильна до впливу хвиль. Озеленення в цій зоні виконують, застосовуючи спеціальні методи формування ландшафту, створюючи в першу чергу смугу очерету в прибережній зоні, яка забезпечує необхідний природний захист берега, створюючи умови для біологічної регенерації водойми і формує середовище проживання для водоплавних і болотних птахів.

Ширина очеретяної смуги залежить від крутизни берегового схилу. Більш широку смугу очерету формують на пологих схилах. На крутих підводних схилах очерет вирощують вузькою смугою. Як правило, за створення захисної зони з очерету, рослини висаджують на вузькій

прибережній смузі біля краю води, звідки він поширюється в обидві сторони, але більш інтенсивно – в сторону води.

Частину берегового схилу, розташовану вище рівня води, закріплюють інженерно-біологічним способом – укладанням хмизу у вигляді підстилок з подальшим присипанням шаром ґрунту. Згодом хмиз, перебуваючи в зоні дії ґрунтових і поверхневих вод, проростає, утворюючи зарості прибережного верболозу.

Береговий схил, розташований вище зони прибережного верболозу, кріплять посівами трав у шар родючого ґрунту, нанесеного на поверхню схилу і висадкою окремих дерев. У випадку недостатньої кількості поживних речовин в ґрунтах, утворених після розробки піщаних і гравійних кар'єрів, низьке розташування рівня ґрунтових вод обмежує вибір видового складу. Як посадковий матеріал використовують саджанці дуба звичайного і берези повислої. Водою в цьому поясі рослини забезпечуються лише за рахунок поверхневих вод атмосферних опадів.

## РОЗДІЛ 4

### РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ТЕРИТОРІЇ КАР'ЄРІВ З ВИДОБУТКУ КАМЕНЮ

У процесі видобутку каменю утворюються насипи з розкривного шару ґрунту, непридатного для виробничих цілей. Цей ґрунт можна розділити на родючий шар ґрунту і материнську породу або вивітрені скельні породи, що знімаються під час виконання розкривних робіт. Верхній шар ґрунту повинен бути збережений у тимчасових відвалах. Крім того, на деяких видобувних підприємствах у відвал відправляють відсів, а також інші виробничі відходи, добуті з родовища, але непридатні для використання. Обсяги і частка розкривних робіт і виробничих відходів в обсязі видобутку непостійні та змінюються в міру розробки родовища, проте їх можна попередньо досить точно розрахувати, щоб визначити розміри відвалів і остаточно сформувати рельєф місцевості під час рекультивації.

За класифікацією (див. дод. А) скельні ґрунти і конгломерати вважають непридатними для біологічної рекультивації за фізичними властивостями. У разі видобутку каменю рекультивація виробленого простору кар'єрів і поверхонь відвалів зі скельної породи вимагає виконання спеціальних попередніх заходів. Кар'єр з видобутку каменю – серйозне вторгнення в структуру ландшафту, що повністю змінює природні умови і залишає після себе численні і, здебільшого, дуже помітні рани в природному балансі та порушений зовнішній вигляд ландшафту.

#### **4.1. Рекультивація і облаштування підшви виробки і складських майданчиків**

Підшва виробленого простору в кар'єрах скельного ґрунту, а також ущільнені в результаті руху транспортних засобів виробничі і складські майданчики непридатні для безпосереднього облаштування ландшафту без попереднього проведення робіт з їх рекультивації. Тому перед плановим



висаджуванням саджанців деревно-чагарникової рослинності на площі рекультивованих ділянок підшови кар'єра і складських майданчиків, попередньо звільнених від складованого матеріалу, підсипають шаром пухкого розкривного ґрунту товщиною не менше 1 м.

Для навантаження в автосамоскиди розкривного ґрунту з тимчасових відвалів використовують одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори. Доставлений автосамоскидами розкривний ґрунт розрівнюють бульдозерами на поверхні рекультивованих ділянок підшови кар'єру і складських майданчиків.

В кар'єрних розробках досить часто спостерігається скупчення холодного повітря, що в сукупності з низьким вмістом поживних речовин утвореного рослинного покриву затрудняє розвиток дерев та кущів. Тому для відтоку холодного повітря під час проведення рекультивації необхідно створити нахил підшови кар'єру в сторону загального зниження денної поверхні землі, а постійним відвалам надати форму, що забезпечить продуктивність кар'єрного виробництва.

Використання відпрацьованого простору кам'яних кар'єрів в якості штучної водойми для цілей рекреації є проблематичним через не сталий рівень води в них після їх затоплення і небезпечних крутих берегів.

#### **4.2. Рекультивація і облаштування схилів скельної виробки**

Під час виїмки скельного ґрунту, його періодично попередньо рихлять буропідривним способом, а в окремих випадках – механічним розпилюванням (вапняки, вапняки-ракушняки, мармур) гірських порід на окремі блоки або іншим способом.

Незалежно від способу розпушування скельного ґрунту після завершення робіт в кар'єрі залишаються стрімкі відкоси більшої або меншої протяжності залежно від конкретних умов родовища. Під час облаштування таких відкосів надавати їм пологої форми необов'язково. Прикладом їх облаштування можуть слугувати прямовисні скелі, що залишаються після

добування каменю. Однак крутизна залишеного відкосу залежить головним чином від міцності порід рекультивованого схилу. Тому повинна бути сформована цілком стійка скеля крутизною близько  $60^{\circ}$  до лінії горизонту, розчленована по висоті через кожні 10–30 м горизонтальними уступами шириною не менше 3 м.

Якщо в процесі розробки родовища ці умови не були витримані, то стійке положення схилам надають, проводячи додаткові земляні роботи буропідривним способом (рис. 4.1). Після того як буде сформований стійкий скельний схил, його починають облаштовувати, засипаючи зверху на його поверхню спочатку дрібнозернисті мінеральні відходи, а потім ґрунт з тимчасових відвалів, які були розміщені на верхніх відмітках поблизу кар'єру на час проведення розкривних робіт. Під час падіння частина ґрунту затримується на уступах і нерівностях відкосу, що рекультивується, створюючи умови для природного поновлення трав'янистої рослинності, дерев і кущів.

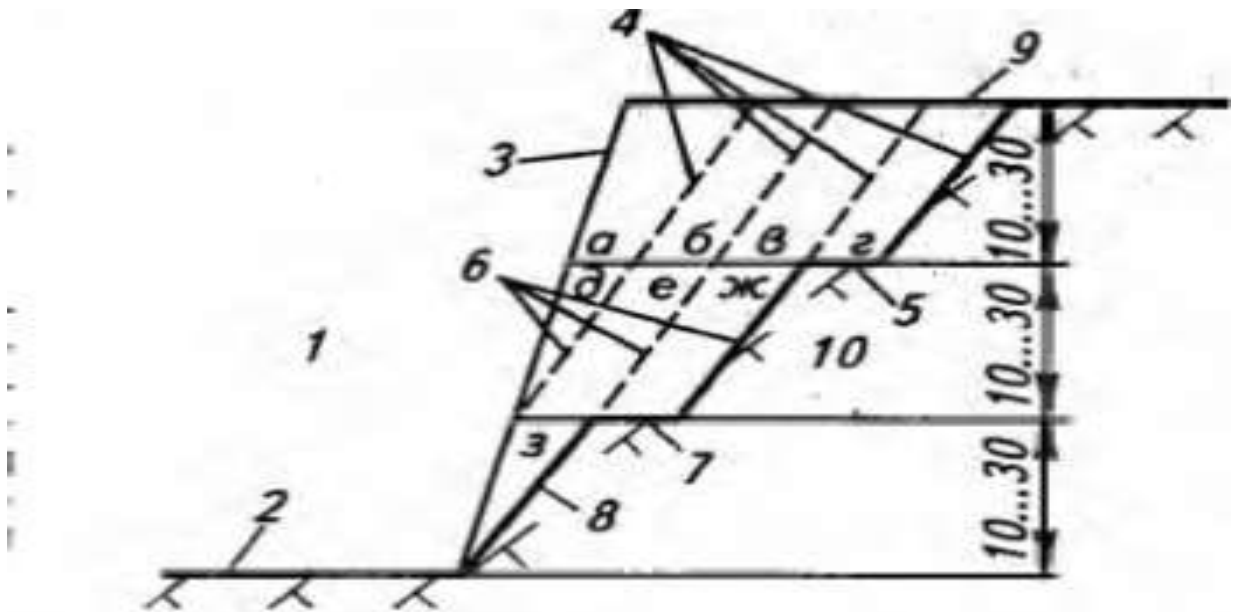


Рис. 4.1. Приклад формування стійкого схилу в скельному ґрунті, м: а – з – черговість розробки скельних масивів; 1 – вироблений простір кар'єру; 2 – підшва вироблення; 3 – схил, залишений після видобування каменю; 4, 6, 8 – свердловини для закладання в першому, другому і третьому ярусах схилу; 5, 7 – уступи в підшві першого і другого ярусів; 9 – денна поверхня землі; 10 – скельний масив.

Для прискорення і планомірного досягнення цієї мети можна використовувати гідровисівання насіння із застосуванням хімічних добрив та інших поживних речовин. Для виконання цих робіт можна застосовувати бульдозери та гідросівалки, які використовуються в меліоративному і гідротехнічному будівництві. Схема облаштування схилів кар'єру після вироблення каменю показана на рис. 4.2.

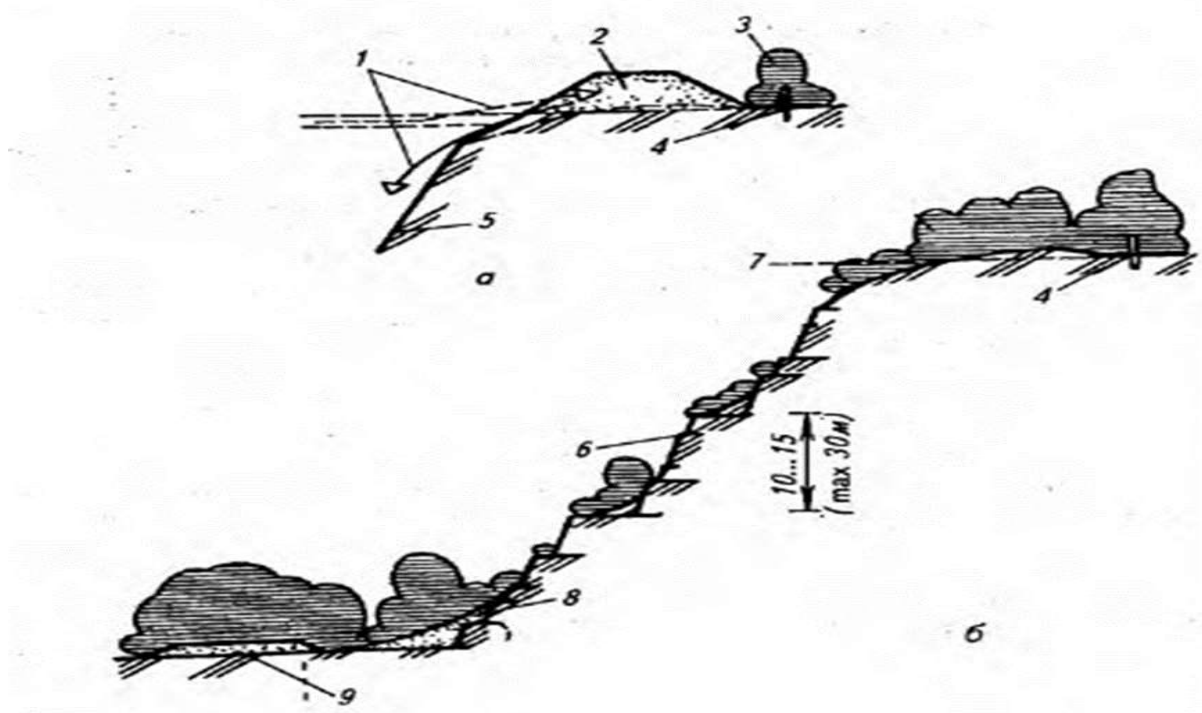


Рис. 4.2. Приклад облаштування схилу вироблення скельного ґрунту, м: а – схема переміщення розкривного ґрунту; б – облаштування схилу; 1 – напрямок переміщення ґрунту під час розкриття кар'єру і облаштуванні схилу; 2 – тимчасовий відвал шару ґрунту; 3 – захисні насадження; 4 – огорожі; 5 – схил видобування; 6 – стійка стіна схилу; 7 – закруглена верхня кромка вироблення з насипаним верхнім шаром ґрунту і висадженими захисними насадженнями; 8 – насипний ґрунт; 9 – підосва вироблення покрита дрібнозернистим ґрунтом для висаджування дерев і чагарників.

Можливі комбіновані варіанти вищевказаних способів. Проте всі вони повинні передбачати відповідну народногосподарську мету.

Розробці проекту рекультивації кар'єрних виїмок повинні передувати спеціальні дослідження, спрямовані на вирішення таких основних питань:

- можливість затоплення залишкових кар'єрів і заходів щодо запобігання прориву води у діючі підземні виробки;

- доцільність заповнення кар'єрних виїмок або частин їх розкривними породами;

- заходи щодо забезпечення стійкості бортів і безпеки умов у зоні кар'єрної виїмки для збереження її в режимі сухої консервації.

Заповнення мілких і неглибоких кар'єрних виїмок розкривними породами можна виконувати за існуючою типовою схемою бульдозерного відвалоутворення. Порода, доставлена автотранспортом або скреперами, вкладається вздовж борту кар'єрної виїмки і зсувається бульдозером у вироблений простір.

Задля безпеки під час засипання середньо-глибоких кар'єрних виїмок вкладання породи у вироблений простір можна проводити за допомогою стрічкових конвеєрів і відвалоутворювачів. Автомобілі з породою розвантажують на естакаді у спеціальний бункер-дозатор. Породу через проміжний конвеєр подають на поздовжній магістральний конвеєр. Самохідний стрічковий відвалоутворювач, рухаючись уздовж борту кар'єрної виїмки, переміщує породу у вироблений простір. Якщо велика ширина кар'єрної виїмки, магістральний конвеєр періодично рухається. Планування поверхні здійснюють бульдозером.

Повне засипання глибоких і дуже глибоких кар'єрних виїмок розкривними породами, раніше заскладованими на зовнішніх відвалах, може виявитись неекономним. Тільки у винятково сприятливих умовах, у великому гірничопромисловому районі, за послідовної відкритої розробки близько розташованих родовищ можна наповнювати вироблений простір породами із сусіднього діючого розрізу.

Під час заповнення глибоких і дуже глибоких кар'єрних виїмок породи вкладають ярусами. Для цього можна використовувати залізничний та автомобільний транспорт.

Технологія гірничих робіт не відрізняється від існуючих схем зовнішнього багатоярусного відвалоутворення на розрізах. У випадку використання автотранспорту повинні бути передбачені автомобільні з'їзди до дна кар'єрної виїмки.

Рекультивация залишкових кар'єрних виїмок, утворених у процесі розробки нахилених та крутопадаючих вугільних пластів за транспортною системою із зовнішніми відвалами, може бути проведена тільки після доробки родовища і практично не впливає на технологію гірничого виробництва. Проте у проекті доробки й погашення розрізів можна ввести певні зміни у технологічну схему гірничих робіт: збільшення кількості виступів і напіввиступів, вибір раціональної ширини робочих майданчиків і проміжних берм, кута відкосу борту тощо.

У процесі підготовки кар'єрних виїмок до сухої консервації необхідно передбачити заходи безпеки від обрушення порід. На відвальних ділянках постійні породи рекомендується закріплювати шляхом цементації, анкерування, влаштування набивних залізобетонних свай, підпірних стінок. Відкоси, складені рухомими породами, доцільно закріплювати шляхом обробки 30,0 % розчином сечовинно-формальдегідної смоли (з додаванням 5,0 % розчину у кількості 5,0–6,0 % до об'єму смоли), латексами та іншими матеріалами, сівбою багаторічних трав, садінням ґрунтозахисних чагарників.

У підготовці глибоких і дуже глибоких кар'єрних виїмок в рекреаційних, санітарно-гігієнічних та інших природоохоронних цілях може бути доцільним заповнення нижньої частини виїмки породою або водою. У проектах рекультивации частково заповнених кар'єрних виїмок повинні бути передбачені протизсувні та протиерозійні заходи: огороження виїмок від повеневих і ливневих вод; облаштування водовідвідних каналів і захисних дамб; впорядкування скидання поверхневих вод та ефективний відкритий дренаж верхніх водоносних горизонтів.

З території водозбору атмосферні опади повинні скидатися у кар'єрну виїмку найкоротшим шляхом поперечними каналами, облаштованими на

площах виступів через 200–300 м. Недопустимо на прибортовій смузі і на площах верхніх виступів залишати ізольовані западини, в яких може нагромаджуватись вода. Відкритий дренаж верхніх горизонтів повинен забезпечувати вільний вихід води із відкосів у водовідвідні канали, які облаштовуються в нижній бровці фільтруючого викиду нижче рівня джерела на 2–3 м.

Для відкачування води із кар'єрних виїмок повинно бути передбачене збереження існуючих або будівництво нових насосних станцій, водопонижувальних свердловин і відведення води за межі об'єкта.

## РОЗДІЛ 5

### РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ

Рекультивация вироблених торфовищ – важливий резерв збільшення сільськогосподарських угідь. Проте під час їх освоєння потрібно врахувати те, що вони істотно відрізняються від непорушених ґрунтів за своїми фізичними і хіміко-біологічними властивостями. Наприклад, встановлено, що в залишковому природному шарі торфу дуже мало легкорозчинних сполук фосфору. Ще менше обмінного калію. Незважаючи на значні запаси загального азоту, за відсутності рухомих форм цього елемента, торфовий шар виробки може виявитись безплідним. Слабка аерація, наявність закисних сполук алюмінію та заліза, недоокислення органічних решток призводить до пригнічення багатьох мікробіологічних процесів.

У процесі рекультивации вироблених торфовищ насамперед необхідно визначити товщину природного шару торфу, запас у ньому органічної речовини і, в кінцевому результаті, його продуктивність. Згідно з існуючими рекомендаціями у випадку завершення виробки торфовища необхідно залишати шар торфу не менше 50 см.

Практично всі торфовища перезволожені за рахунок підґрунтових вод, тому важливою умовою підвищення родючості угідь на них є меліорація. Звичайно вироблені торфовища осушуються невеликими ділянками (в міру їх виробки), самостійно або підключаються до суміжних меліоративних мереж.

Освоювати вироблені торфовища потрібно відразу ж після закінчення торфорозробок і завершення меліоративного впорядкування території. Під час первинного обробітку проводиться оранка, дискування, фрезерування і коткування.

## **5.1. Способи видобутку і характерні особливості порушених земель за торфорозробок**

Можливість використання відпрацьованих торфовищ залежить від способу видобування торфу, водного режиму, віку виробітки, ступеня задернення тощо. Торф видобувають фрезерним, гідравлічним, машиноформотворчим і різаним способами. Під час покрово-поверхневого фрезерування покладів торфу утворюються ділянки з рівною поверхнею дна вибоїв, укладені між валовими каналами, що розташовуються один від одного через 500 м і називаються фрезерними полями.

Довжина валових каналів може досягати 3 км. Усередині кожне фрезерне поле поділено регулюючої мережею каналів на прямокутні карти шириною в 20 м в покладах верхового і перехідного типів торфу і в 40,0 м – в покладах низинного торфу. Глибина картових каналів зазвичай становить 0,5–1,0 м, ширина на поверхні – 1,5–3,0 м. Поверхня тимчасового складування видобутого торфу на 0,3–0,5 м вище поверхні виробленого простору в кар'єрі, а в окремих випадках до 2,5 м. Потужність шару торфу, який залишився в кар'єрі становить 0,1–0,7 м, а в окремих місцях сягає понад 1,0 м.

Фрезерні поля, які вибули з експлуатації практично не покриті рослинністю, осушувальна мережа має задовільний стан. Уздовж бровок каналів розташовані кавальєри мінерального ґрунту. Зволоженість фрезерних полів за таких умов не значна.

Фрезерні поля минулих років заростають травою, чагарником і дрібноліссям, особливо бровки і відкоси каналів, кавальєри. Осушувальна мережа не працює – канали зруйновані та замулені, насосні станції осушення не працюють, і вироблений простір поступово затоплюється водою.

Кар'єри гідроторфу – вироблений простір, що залишився після видобутку торфу гідравлічним способом і представляє собою котловани, які чергуються, розділені на робочі карти перемичками. Карти гідроторфу мають порівняно правильну, зазвичай прямокутну, форму з розмірами сторін



шириною 60 м і довжиною до 200 м. Максимальна глибина виробітки до 5,0 м, довжина сезонних проходів агрегатів до 2,0 км. Робочі карти відокремлені одна від одної поперечними перемичками шириною по верху 0,6–1,0 м, а сезонні проходи агрегатів – поздовжніми перемичками шириною верху близько 4,0 м.

У занедбаних кар'єрах гідроторфу перемички зруйновані, заросли чагарником і дрібноліссям, а мілководні ділянки кар'єра очеретом і рогозою. Як правило, кар'єри гідроторфу заповнені водою, що залишилася гідромасою і захаращені вимитими з поклади деревними останками.

Кар'єри машиноформотворчого видобутку торфу утворилися після вироблення торф'яного родовища елеваторним або екскаваторним способом і являють собою виїмки у вигляді траншей і перемичок, що чергуються. Траншеї, що утворилися мають ширину від 4 до 10 м і досягають довжини до 2,0 км, відокремлені один від одного поздовжніми перемичками, які мають ширину 0,5–3,0 м. Через кожні 10–80 м траншеї поділені поперечними перемичками шириною 0,5–2,5 м. Глибина виїмки залежить від початкової потужності покладу торфу, глибини екскавації і не перевищує звичайно 4,0 м. Після припинення видобутку торфу машиноформотворчим способом перемички і дно траншей зазвичай захаращені пеньками, покриті деревною рослинністю. Траншеї заповнені водою і на мілководних ділянках заростають очеретом, рогозою і осокою.

Кар'єри різного видобутку торфу – ділянки торф'яних родовищ, пориті окремими ямами – копальнями ручним видобутком торфу на паливо та для внесення в ґрунт на садово-городніх ділянках і для інших непромислових цілей. Вони частіше за все мають неправильну форму зі складною конфігурацією кордонів. Глибина їх сягає 2,0 м. Перемички між ними бувають різної ширини залежно від густоти ям-копанців.

Неексплуатовані ділянки, протипожежні зони, поля сушіння, окрайки, дамби, поверхня яких вище вироблених площ, частіше захаращені, заросли чагарником і бур'яном. Характерна риса вироблених площ торф'яних

копалин – істотна відмінність фізичних властивостей залишеного шару торфу і нижчележачої породи, виражене різким переходом від пухкого торфу до мінерального ґрунту, від високої вологості до низької.

Ґрунтовий профіль має тришарову будову, що складається з верхнього природного шару торфу, перехідної і підстиляючої породи. У природному шарі торф характеризується рядом морфологічних ознак і ступенем розкладання. Одна із несприятливих властивостей торфу – його висока вологості. Для цього ж шару характерна незадовільна водопроникність. Інтенсивність просочування опадів пов'язана зі станом ґрунтових колоїдів. У посушливі періоди колоїди згортаються і водопроникність зростає. У дощову погоду колоїди набухають і гальмують пересування вологи в силу слабого капілярного зв'язку між торфом і підстильною породою.

Перехідний шар між підстиляючою породою і торфом, як правило, сильногумусований і оглейований, має велику щільність і в'язкість, стримує фільтрацію спадаючого потоку води, ускладнює використання її рослинами, гальмує поширення кореневої системи в підорному горизонті. Висохший контактний шар призводить до того, що рослини споживають воду тільки з торф'яного горизонту, а в періоди сніготанення або рясних атмосферних опадів створюються умови появи верховодів в торф'яному ґрунті. У зв'язку з цим ґрунти в вироблених торфовищах часто перезволожені, що негативно впливає на їх освоєння.

Підстиляюча порода представлена в основному пісчаними, річковими і озерними відкладеннями. З точки зору економічної доцільності та охорони природних ландшафтів напрямом подальшого використання вироблених торф'яних родовищ визначається в основному геоморфологічними умовами його утворення. Залежно від того, в яку геоморфологічну групу входить родовище, рекомендують і напрямом використання виробленого простору після виїмки торфу. Наприклад, за розташування родовища на схилах надзаплавних терас або старих річок краще сільськогосподарське використання.

Вироблені родовища, розташовані в стічних улоговинах на рівнинних землях, можуть мати багатоцільове використання з перевагою сільськогосподарського, а ті, що знаходяться в безстічних улоговинах на заплавах або в безстічних міжморених котлованах на ділянках обвалованої заплави використовують як водогосподарське, й за розміщення на неглибоких міжрічкових впадинах – як лісогосподарське.

## **5.2. Основні положення технічної рекультивації вироблених торф'яних родовищ**

Технічну рекультивацію вироблених родовищ торфу, як правило, виконують в три етапи. Основне завдання першого етапу технічної рекультивації вироблених площ торф'яних родовищ для сільськогосподарського використання – створення осушувально-зволожувальних системи, що забезпечує швидке відведення води з площ у вологі періоди та зволоження кореневого шару ґрунту в посушливі періоди, а також забезпечення його зволоження шляхом шлюзування у вегетаційний період.

Другий етап технічної рекультивації – проведення культуртехнічних і планувальних робіт. Паралельно їм на вибулих фрезерних полях будують дороги, а за рекультивації торф'яних кар'єрів будують дороги тільки після виконання планувальних робіт. Під'їзні дороги до відновлювальних об'єктів у всіх випадках прокладають в підготовчий період. Закінчують технічну рекультивацію післяопадним ремонтом осушувальної мережі, зміцненням відкосів і дна каналів, спорудженням пристроїв для спостереження за водним режимом в кореневмісному шарі ґрунту і виконанням інших видів робіт. До рекультивації бажано приступати не пізніше ніж через рік після закінчення видобутку торфу на автономній ділянці.

Перед проведенням технічної рекультивації відловлюють і переселяють в спеціальні місця проживання цінні породи тварин (бобрів, ондатру і т. д.). Створення осушувально-зволожувальних систем включає перебудову

існуючої осушувальної мережі. Під час проведення робіт з перебудови осушувальної мережі магістральні, валові канали або колектори, а також нагірні і водопідводні канали, як правило, не перевпорядковують. Відкриті канали-осушувачі за необхідності поглиблюють і розширюють, а не потрібні засипають. Відстань між ними за сільськогосподарського використання може бути 80, 120, 160, 200 м в покладах низинного торфу, 60, 80, 100, 120 м – в покладах верхового торфу, а для використання під ліс – 100 і 200 м. Мінімальну глибину осушувачів в торф'яних ґрунтах приймають 1,2 м, а в мінеральних – 1,0 м. Схил дна осушувачів приймають не менше 0,0003, а в умовах плоского рельєфу місцевості – 0,0002. Поперечний переріз відкритої мережі зазвичай влаштовують трапецеподібної форми. Мінімальну ширину каналу на дні приймають залежно від виду використовуваної будівельної техніки, наприклад, для екскаваторів зворотна лопата – 0,4 м, для екскаваторів драглайн – 0,6 м.

У разі заглиблення існуючих каналів ширину дна приймають рівною полуторній довжині ковша екскаватора. Сталий стан відкосів каналів залежить від виду ґрунтів і глибини каналу. Значення коефіцієнтів закладання відкосів каналу, що забезпечують їх стійке положення, залежать від глибини каналів (Н) і виду ґрунтів. Наприклад, якщо Н до 1,5 м то  $m = 1,0-2,0$ , Н = 1,5–2,5 м –  $m = 1,5-2,5$ , якщо понад 2,5 м, то  $m = 1,5-3,5$ . При цьому менші значення коефіцієнтів закладання відкосів відповідають каналам, що влаштовані в стійких зв'язкових і напівзв'язкових ґрунтах, великі значення відповідають каналам, що влаштовані в нестійких, сипучих ґрунтах (піски пилюваті, сапропелі тощо).

В процесі рекультивації намагаються зберегти існуючі провідну і огорожувальну мережі. З огляду на, як правило, незадовільний стан мереж, їх розчищають від завалів і обвалів, планують відкоси і поглиблюють канали.

Всі відкриті осушувальні переїзди і тимчасові гідротехнічні споруди на магістральних і валових каналах розбирають і будують постійні. Потім вручну або спеціальними машинами садять дерева та кущі вздовж

водоприймача і магістрального каналу. Бульдозером розрівнюють відвали ґрунту, розташовані вздовж каналів.

Перебудова осушувальної мережі під час рекультивації вироблених фрезерних полів особливих труднощів не викликає. Площі вже осушені, прохідність землерийної техніки забезпечена. Зазвичай земляні роботи починають з поглиблення або розчищення водоприймача і магістрального каналу. Потім поглиблюють або прочищають провідну мережу другого порядку – валові канали або колектори. І в останню чергу нарізають регулюючу мережу – осушувачі. У цьому випадку керуються тим, що на рівній поверхні вироблених фрезерних полів доцільно засипати один валовий канал з метою подовження осушувачів до 1000 м.

За наявності вздовж магістральних і колекторних каналів невідпрацьованих підштабельних смуг або кавальєрів мінеральної викидки ґрунту ці канали засипають і розрівнюють підштабельні смуги і кавальєри, а потім паралельно засипають на відстані 50–100 м і нарізають нові. Якщо відкриті осушувальні канали мають малу глибину – до 0,5–0,8 м і ширину дна до 1,0 м і вздовж брівок розташовані кавальєри мінерального ґрунту, то в таких випадках всі старі відкриті осушувальні канали засипають і нарізають нові осушувачі.

Перебудову осушувальної мережі на площах вироблених торф'яних кар'єрів екскаваторним і гідравлічним способами видобутку через сильну їх зритість і зневодненість не можна виконати в тій же послідовності, як фрезерних полів. Спосіб будівництва осушувальної мережі і розрівнювання перемичок під час проведення технічної рекультивації кар'єрів торфу заснований на використанні звичайної будівельної та меліоративної техніки і зводиться до поетапного виконання будівельних робіт. Спочатку виконують попереднє осушення території кар'єру за рахунок будівництва тимчасової осушувальної мережі, яка забезпечує скидання води з кар'єрів, і проводять роботи з розрівнювання перемичок і недоборів. Потім будують постійну

регулюючу мережу каналів, що забезпечує норму осушення для заданих конкретних умов.

Схема пристрою тимчасової осушувальної мережі на площах вироблених торф'яних кар'єрів машиноформотворчим способом показана на рис. 5.1. Під час попереднього осушення периметра кар'єра відривають канали або використовують побудовані раніше в період видобутку торфу канали-осушувачі, що забезпечують відведення води у водоприймачі, які використовують згодом як постійні. Далі між постійними каналами вздовж поздовжніх перемичок влаштовують тимчасові осушувачі, також пов'язані з водоприймачем.

Поперечний переріз каналів тимчасової осушувальної мережі має трапецеподібну форму, виконану шириною на дні 0,4–0,6 м, і закладення відкосів  $m = 0,25–0,5$ . Прокопи в поздовжніх перемичках заглиблюють на 0,5 м нижче дна кар'єру. Постійну регулюючу мережу зводять з урахуванням утвореної поверхні після розрівнювання перемичок і недоборів ґрунту в кар'єрі.

Третій етап технічної рекультивації видобутих копалин – виконання культуртехнічних робіт. Їх основне завдання – розчищення площ від деревно-чагарникової рослинності, яке полягає в корчуванні, фрезеруванні і оранці. Корчування складається з очищення рекультивованих ділянок від чагарників і пеньків разом з корінням корчувачами, екскаваторами і бульдозерами. Під час корчування разом з корінням видаляється досить велика кількість торфу, що є істотним недоліком. Щоб уникнути втрат торфу, викорчувану масу 2–3 тижні підсушують, а потім обтрушують від нього шляхом переміщення підсушеної маси бульдозером. Далі викорчований деревний матеріал збирають у вали, а потім вивозять за межі майданчика на знищення або на дрова. Утворені купи торфу розрівнюють бульдозером на всій площі або підсипають в місця виклинювання мінерального ґрунту і там розрівнюють.

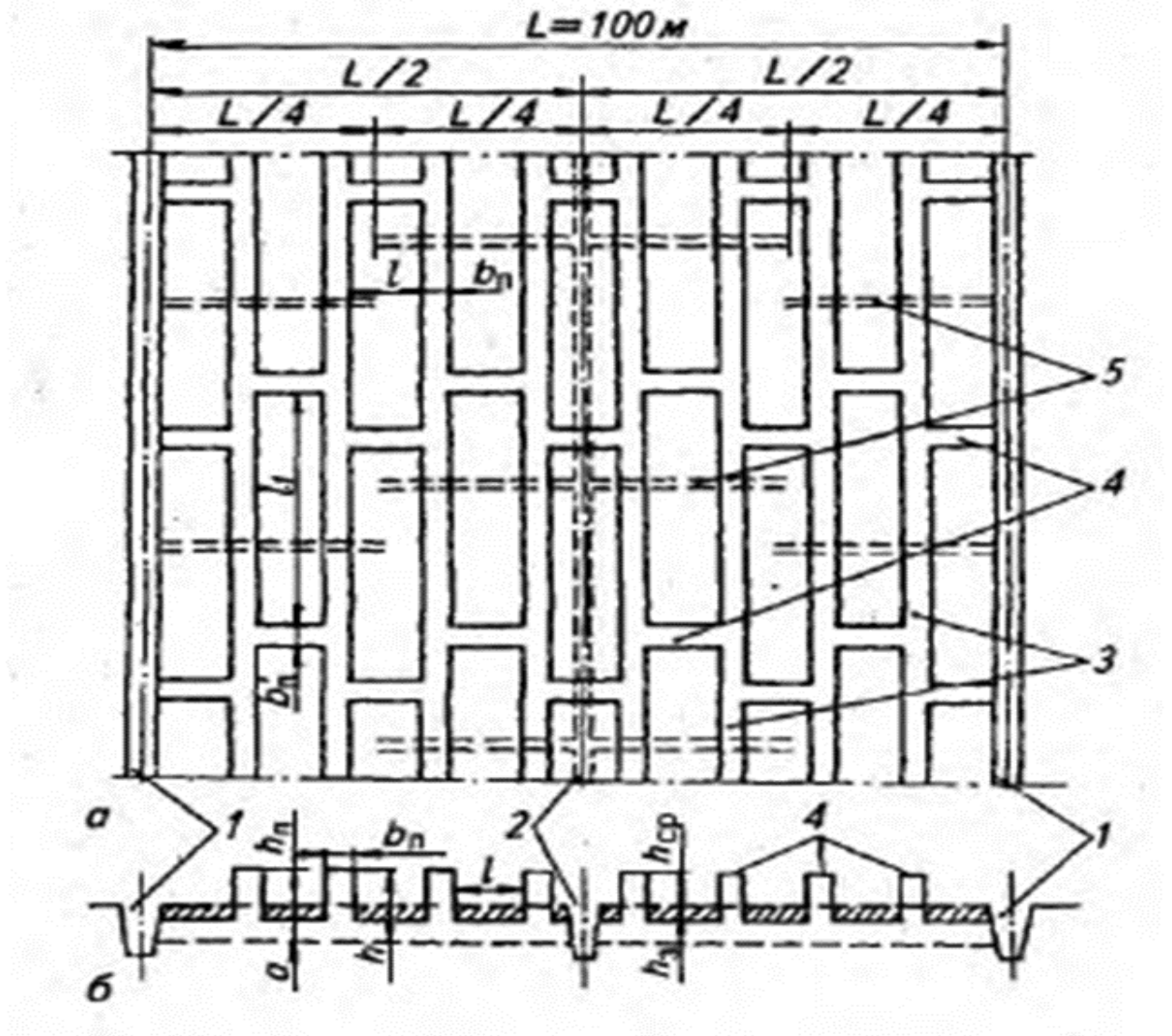


Рис. 5.1. Схема розташування тимчасової осушувальної мережі в кар'єрі за екскаваторного способу видобутку торфу: а – план кар'єру; б – поперечний перетин кар'єру; 1 – постійний осушувач; 2 – тимчасовий осушувач; 3 і 4 – поздовжні і поперечні перемички; 5 – тимчасові прокопи;  $L$  і  $L_1$  – відстані між поздовжніми і поперечними перемичками;  $b_n$ ,  $h_n$  – ширина і висота поздовжньої перемички;  $h$  – глибина тимчасового прокопу в поздовжній перемичці;  $a$  – заглиблення тимчасового прокопу нижче дна кар'єру;  $h_{\text{ср}}$  – глибина зрізання перемичок під час розрівнювання поверхнею кар'єру;  $b'_n$  і  $b_n$  – ширина поздовжньої і поперечної перемичок;  $h_3$  – глибина засипання тимчасових прокопів;  $L$  – відстань між постійними каналами-осушувачами, побудованими в період видобутку торфу.

Під час розчищення площ від деревно-чагарникової рослинності, що складалися з вербових порід, дерева діаметром стовбурів до 0,2 м зрізають

кущорізами або бульдозерами, а кореневу систему викорчуюють корчувачами або заорюють кущово-болотними плугами. У цьому випадку збільшується продуктивність, зберігається торф і гумусний горизонт та є можливість працювати в зимовий період на сніжному покриві товщиною до 0,3 м.

Знесену деревно-чагарникову рослинність під час корчування або зрізку згрібають чагарниковими граблями в вали, які розміщуються паралельно на відстані 100–150 м один від одного. У такому випадку допускаються втрати дрібних залишків деревини (3–4%). Площі від деревно-чагарникової рослинності розчищають і фрезерують меліоративною машиною МТП–42, призначеною для глибокого фрезерування торф'яних покладів і подрібнення деревно-чагарникової рослинності до розміру, що не перевищує 0,2 м, із закладенням їх в ґрунт на глибину до 0,4 м.

Після фрезерування площі розорюють з метою захоронення деревних залишків. Перевага фрезерування полягає в тому, що після нього отримують готове поле для сільськогосподарського використання. Слід зазначити, що подрібнена деревина вводиться в баланс органічної речовини ґрунтів рекультивованих площ, проте у великій кількості знижує родючість за рахунок вилучення частини азоту з ґрунту для розкладання деревини.

Після фрезерування поверхню торф'яного поля заковчують водоналивними катками з метою запобігання вітрової ерозії і створення кращого водного режиму.

У разі заростання рекультивованих площ чагарниками висотою до 6 м і діаметром стовбурів у кореневій шийці до 10 см розчищення виконують заорюванням чагарнику кущово-болотними плугами під пласт. Кількість незакритих деревних залишків на поверхні не повинно перевищувати 1%. Потрібно 3–4 роки для перегнивання приораної деревини, протягом яких її не можна переорювати. Тому, за такого способу виключені такі операції, як збір деревини в вали, її вивезення та знищення. В окремих випадках деревну рослинність прибирають вручну.



Деревину, витягнуту з покладів в процесі видобутку торфу, а також порубочні залишки деревини та пні з валів використовують як тверде паливо. В іншому випадку деревину спалюють на місці або вивозять на мінеральні землі і там спалюють, дотримуючись правил пожежної безпеки, у період листопад-березень.

Під час рекультивації площ вироблених родовищ торфу під заліснення за погодженням з лісовими господарствами видалену дерев'яну рослинність залишають на місці, попередньо утрамбувавши її тракторами.

Найбільш дорога і трудомістка робота – вирівнювання рекультивованої поверхні, яку виконують в два етапи. Перший етап – грубе вирівнювання, що включає зрізання підштабельних смуг, засипання старої осушувальної мережі на фрезерних полях, розрівнювання поздовжніх і поперечних перемичок і дамб торф'яних кар'єрів, засипання ям, старих пожежних водойм, западин і глибоких понижень. Грубе вирівнювання виконують бульдозерами після проведення осушувальних робіт.

Другий етап – якісне вирівнювання поверхні, що сприяє поліпшенню організації поверхневого стоку, забезпечення рівномірності зволоження верхнього шару ґрунту, поліпшенню умов застосування широкозахватної і швидкісної сільськогосподарської техніки. Якісне вирівнювання поверхні виконує довгобазова планувальна машина, яка засипає пониження глибиною до 0,25 м і шириною до 20–30 м, після первинної обробки площ в поєднанні з оранкою, дискуванням і коткуванням.

### **5.3. Основні положення біологічної рекультивації вироблених родовищ торфу**

Біологічну рекультивацію вироблених родовищ торфу виконують після проведення технічної рекультивації. Вона включає первинний обробіток ґрунту, вибір попередніх культур для висіву, внесення хімічних меліорантів і добрив.

Попередній обробіток сприяє збереженню та накопиченню вологи, очищенню ґрунту від бур'янів, регулюванню водного та поживного режимів, посилення аерації, активації біологічних процесів, розкладанню шкідливих сполук. До складу операцій первинної обробки входять оранка, дискування, фрезерування і коткування. Спочатку проводять плужну оранку з подальшою обробкою пласта дисковою бороною. Якість обробки пласта залежить від напрямку роботи дискової борони, напрямку переміщення борони щодо обробки пласта і глибини оранки.

Упродовж біологічного етапу рекультивації добрі результати дає висівання викогорохово-вівсяної суміші або вівса в чистому вигляді, а також деяких просапних культур. Щорічний обробіток у поєднанні з ефективною системою удобрення створюють сприятливі умови для активізації ґрунтових процесів та мінералізації торфу. Залуговування без вирощування вищевказаних культур можна проводити лише на свіжовироблених торфовищах низинного типу з добре розкладеним і високозольним торфом, а також на вироблених ділянках захисних смуг торфомасивів.

У перші роки вирощування сільськогосподарських культур на рекультивованих торфовищах урожай їх формується за рахунок внесення мінеральних добрив. На фоні фосфорно-калійних добрив добрі урожаї дають конюшинно-злакові травосуміші. У разі вирощування злакової травосуміші дуже важливо застосовувати азотні добрива. Додаткове внесення азотних добрив на фоні фосфорно-калійних збільшує вихід кормових одиниць у 3,5 рази, сирого протеїну – майже у 5 разів.

Як показує досвід, для біологічної рекультивації вироблених торфовищ особливо перспективні площі, де торф видобувався фрезерним способом. Вони являють собою днища колишніх боліт, мають рівну поверхню з відкритою осушувальною мережею, яка розділяє ділянки на карти розміром 500×40 м. Ці площі придатні для біологічної рекультивації без капітальних затрат на технічну підготовку, оскільки мають усі необхідні передумови:

достатньо осушену й рівну поверхню, мережу доріг для під'їзду сільськогосподарських машин.

Дискування болотно-торф'яних ґрунтів починають через 3–5 діб після оранки, а на мінеральних ділянках – слідом за оранкою. На мілких торф'яних ґрунтах більш раціональний спосіб первинної обробки – фрезерування. Воно сприяє збереженню органічної речовини покладів торфу, не порушуючи природного розподілу біологічної активності шару торфу.

Після первинної обробки ґрунту рекультивовані площі каткують до посіву або після посіву з метою ущільнення і вирівнювання поверхні для рівномірного загортання насіння на певну глибину. Крім того, коткування сприяє зволоженню орного шару торфу за рахунок капілярного підживлення з нижніх шарів ґрунту, запобігаючи висушуванню верхнього шару. В якості попередників рекомендують сіяти овес, коренеплоди, картоплю, жито озиме, горохово-вівсяну суміш, люпин. Вибір попередників визначається потребою в них господарств, ґрунтово-кліматичними умовами району, ступенем розкладання торфу. Таким чином відбуваються ущільнення торфу, посилюються мікробіологічні процеси і його мінералізація.

Для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур на вироблених торфовищах в якості мінеральних добрив рекомендують вносити калійні. Їх вносять в ґрунт як восени під озимі, так і ранньою весною в підживлення або під висів ярих. Середні норми калійних добрив за окультурення 1 га вироблених площ торф'яних родовищ становлять під однорічні та багаторічні трави 180–240 кг, під коренеплоди і клубнеплоди 200–240 кг, під зернові і бобові культури – 150–180 кг. Органічні добрива вносять залежно від потужності залишкового торфу, але не менше 30–40 т на 1 га рекультивованої площі.



## РОЗДІЛ 6

### ОБЛАШТУВАННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Відвалами називають земляні насипи, що не мають ділового призначення і утворені в результаті відсипання ґрунту, що розробляється в будь якій виїмці. До відвалів також відносять штучні насипи з порожніх порід, некондиційних корисних копалин, хвостосховищ, золо- і шлаковідвали теплових електростанцій, звалища і полігони знешкодження і захоронення відходів. Відвали, що зводяться намивним способом, називають гідровідвалами.

Будь які відвали, терикони і звалища завдають шкоди навколишньому середовищу за рахунок порушення екологічної рівноваги в природі, обумовлюють погіршення якості ґрунтових і поверхневих вод в результаті вивітрювання або змиву забруднюючих речовин з їх поверхні, а також за рахунок зміни повітряних потоків і ослаблення регенерації потенціалу ландшафту в цілому. Крім того, безформові відвали, які впадають в очі, спотворюють пейзаж.

Запобігання та усунення шкоди, що завдається ландшафту відвалами, а також їх задовільне облаштування вирішують правильним вибором місця для їх розміщення, з урахуванням можливості подальшого використання, наданням стійкості схилам під час формування відвалів та належним озелененням. Перераховані заходи сприяють перетворенню відвалів, щонайменше, в нейтральну структуру, що сприяє інтеграції їх в ландшафт, зниження негативного впливу на довкілля.

#### **6.1. Вимоги до формування і рекультивації відвалів і гідровідвалів**

За будь яких обставин формуванню відвалу має передувати зняття верхнього шару ґрунту в його основі. Тому бажано знімати не тільки гумусову частину верхнього шару рослинного ґрунту, але і підстильний,

пронизаний корінням рослин шар ґрунту, який являє собою важливий і цінний матеріал для наступної рекультивації.

Норму зняття родючого шару ґрунту під час проведення земляних робіт встановлюють відповідно до рекомендацій ДСТУ 7141-2015. Об'єми ґрунту, що знімається зазвичай великі. Тому знімають верхній шар, з урахуванням його збереження в тимчасових кавальєрах і подальшого використання для відновлення ґрунтового шару на відвалі, бульдозерами за транспортування на відстань до 60 м, а понад 60 м – скреперами.

Видобуваючи корисні копалини підземним способом, утворюються так звані породні відвали, які формують, відсипаючи порожню породу із застосуванням канатної дороги або перекидних вагонеток.

Породні відвали, що закладаються повинні бути плоскої форми, і розташовують їх подалі від житлових масивів і промислових майданчиків на ділянках, непридатних для господарського використання (яри, балки, відпрацьовані кар'єри і т. п.). Не допускається розміщувати відвали з фітотоксичних порід в зниженнях рельєфу без попереднього проведення захисних заходів проти їх геохімічної міграції. Параметри породних відвалів повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормам – займати мінімальну площу за висотою, що гарантує їх стійкість, володіти мінімальним пилоутворенням, дозволяти поєднувати операції з доставки породи, розвантаження і розрівнювання (за необхідності – з ущільненням), а також проводити попереджувальні заходи щодо самозаймання породи.

Формувати відвали починають від кордонів відведеної під них ділянки до його центру, що дозволяє здійснювати біологічну рекультивацію в процесі його формування, а також забезпечує спільне складування твердих і рідких відходів вуглевидобутку і збагачення. У разі розміщення відвалів у балці передбачається зведення земляних дамб і ставків-акумуляторів для відводу паводкових вод від майданчиків відвалів. Для скидання води зі ставків будують водовідвідні канали і гідротехнічні споруди (швидкотоки, перепади).

Основні геометричні параметри сформованих плоских і комбінованих відвалів визначають за допомогою розрахунків. Висота відвалу не повинна перевищувати 40 м. Висоту ярусу приймають не більше 10 м. Кут між'ярусного відкосу не повинен перевищувати: для породи шахт –  $30\text{--}32^\circ$ , для породи збагачувальних фабрик і за спільного складування породи шахт і збагачувальних фабрик –  $25\text{--}28^\circ$ . Коефіцієнт стійкості повинен бути не менше 1,2.

Для робіт з формування відвалів використовують бульдозери, а за необхідності ущільнення породи у відвалі використовують катки. Особливі вимоги ставлять до формування відвалів пустої породи з видобутку кам'яного вугілля через здатність їх самозаймання. У цьому випадку обов'язково проводять профілактичні роботи, спрямовані на його запобігання. Для попередження самозаймання породних відвалів знижують вміст горючих речовин у відвальній масі і проводять профілактику проти самозаймання в процесі формування відвалу.

Гасять плоскі відвали залежно від характеру горіння повним або вибірковим проливом поверхневого шару порід пульпою, що готується з антипірогенних матеріалів. Окремі невеликі поверхневі осередки горіння на відвалах прибирають або пригнічують, засипаючи не горючим матеріалом (інертний пил, глинистий і піщано-глинистий сланці, пісок та ін.) або ж промивають гасячою рідиною. Для запобігання поширення горіння на сполучені відвалів влаштовують протипожежний бар'єр шляхом проливання відвальної маси на сполученні відвалів сумішшю з відношенням твердого компонента та рідкого обсягом, рівним 1:6–1:8, через ін'єктори, що розміщуються у сітці  $1,5 \times 1,5$ , або в траншеї глибиною 1,5–2,5 м. Ширину бар'єру беруть не менше 1,5 м.

Плоскі породні відвали формують, пошарово укладаючи породи з пожежобезпечним матеріалом. Товщина шарів порід відвалу не повинна перевищувати: на індивідуальному шахтному відвалі – 1,0 м; на відвалі, загалом для шахти та збагачувальної фабрики – 0,75 м; на відвалі

збагачувальної фабрики 0,5 м. Пожежебезпечні заходи формують в процесі розрівнювання і ущільнення складованої породи бульдозерами в поєднанні з перешаруванням відвальної маси по контуру відвалу (ширина смуги не менше 3,0 м) з негорючими матеріалами шаром товщиною 0,25–0,3 м (рис. 6.1).

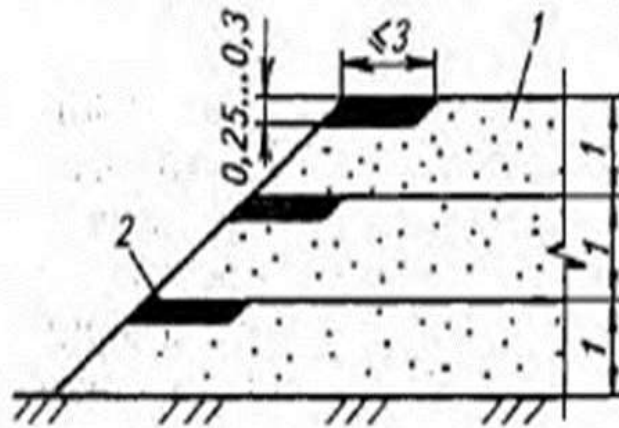


Рис. 6.1. Формування плоского породного відвалу, м: 1 – складована порода; 2 – пожежебезпечна територія.

Відвали, що формуються у вигляді териконів конічної форми з високими і крутими схилами і значною диференціацією вологості складованого матеріалу за висотою, важко піддаються рекультивациї, а висушені в верхній частині відкоси схильні до ерозії і своїм зовнішнім виглядом порушують загальний ландшафт місцевості.

З метою усунення зазначених недоліків існуючі породні відвали конічної форми необхідно реконструювати. Для цього їм надають більш стійку форму за рахунок виположування відкосів до значень  $m = 1,5$  і більше. На териконах, сформованих висотою більше 10 м, влаштовують берми шириною не менше 3–5 м. Вони розчленовують відкоси великої протяжності, запобігають ерозії, слугують в якості доріг для господарського освоєння території і забезпечують проведення рекультивациї схилів з подальшим їх



озелененням. Висота териконів практично необмежена і досить часто досягає 100 м і більше, а закладення схилів не перевищує зазвичай  $m = 1$ .

Стійку форму відкосів надають, переміщуючи частину об'єму складованого матеріалу з верхніх відміток терикону і укладаючи навколо його основи, зменшуючи висоту терикону, пологішими стають його схили і влаштовуються берми (рис. 6.2).

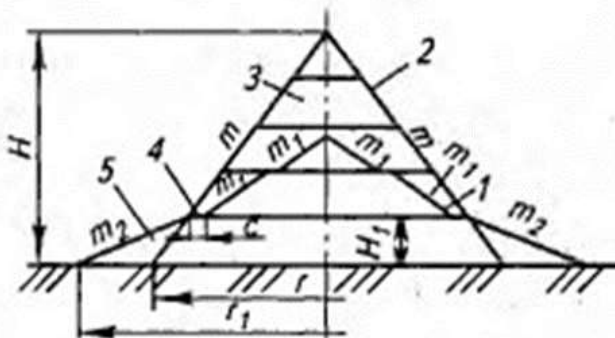


Рис. 6.2. Схема переробки початкової форми терикону в стійку:

1 – нестійкий обрис форми терикону; 2 – проектний обрис форми терикону, отриманого в процесі переміщення частини матеріалу з верхніх відміток в його основу; 3 – місце навколо терикону для складування переміщуваного матеріалу, укладеного навколо основи терикону; 4 – берма; 5 – зйомна частина матеріалу.

В результаті переробки геометричні розміри терикону зазнають змін. Так, за початкової висоти терикону  $H$ , закладення відкосів схилу  $m$  для додання йому стійкої форми за висотою схилу влаштовують берми шириною  $c$ , які знаходяться на відстані  $H_1$  за висотою терикону і переходять у відкоси схилу, що виконуються із закладенням  $m_1$ . Перероблений матеріал з верхніх відміток переміщують в основу терикону, збільшуючи його розміри від  $r$  до  $r_1$  і формуючи відвал із закладенням відкосу, рівним  $m_2$ , і висотою  $H_1$ .

Під час рекультивації старих відвалів конічної форми, що складаються з окисленої породи, не схильною до самозаймання, складований матеріал з верхніх відміток терикону в окремих випадках можна переміщувати вибуховим способом з подальшим вирівнюванням поверхонь берм і облаштуванням на них в'їздів бульдозерами.

Стійку форму териконам чи хребтовідним відвалам, сформованим з порід, схильних до самозаймання, надають, переформовуючи їх в плоскі відвали шляхом пошарового переміщення порід під відкіс бульдозерами або вивезенням останніх самоскидами і формуванням плоского відвалу на новому місці з урахуванням пожежної безпеки. У разі переформування териконів і хребтовидних відвалів в плоскі на колишньому місці на поверхню пониженого відвалу відсипають шар суглинку товщиною 0,3–0,35 м згідно до умов пожежної безпеки.

Відповідно до ДСТУ 7141–2015 землі, порушені платоподібними породними відвалами, після проведення технічного і біологічного етапів рекультивації можуть бути використані під сінокоси, рілля, пасовища, як майданчик для будівництва, лісонасадження із задернілими ділянками природоохоронного призначення на схилах, під зони відпочинку і спорту.

Землі, порушені високими гребенеподібними і конічними відвалами, використовують в основному під лісонасадження з задернілими ділянками природоохоронного призначення, зони відпочинку і спорту.

Перед проведенням біологічної рекультивації відновлюють ґрунтовий покрив на сформованих поверхнях відвалу. Для цього рослинний ґрунт, що забирається з тимчасових відвалів, сформованих в період проведення розкривних робіт, наносять на відкоси і гребінь відвалу. Для навантаження ґрунту можна застосовувати одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори або фронтальні навантажувачі, а в якості транспортних засобів – саморозвантажувальні на три сторони тракторні причепи або аналогічні їм автосамоскиди.

Матеріали і породи, що не викликають негативних впливів на довкілля і не схильні до самозаймання, складають в непородні відвали. Це, як правило, лінійно протяжні відвали, що формуються у вигляді багатоярусної терасованої гори (пагорба).

Перед формуванням відвалу знімають верхній шар ґрунту, укладають у тимчасові відвали, які розташовують поблизу зпроектованого відвалу. Потім

укладають складований матеріал в перший ярус відвалу висотою 15 м і більше із закладенням відкосів не менше  $m = 3$  (рис. 6.3).

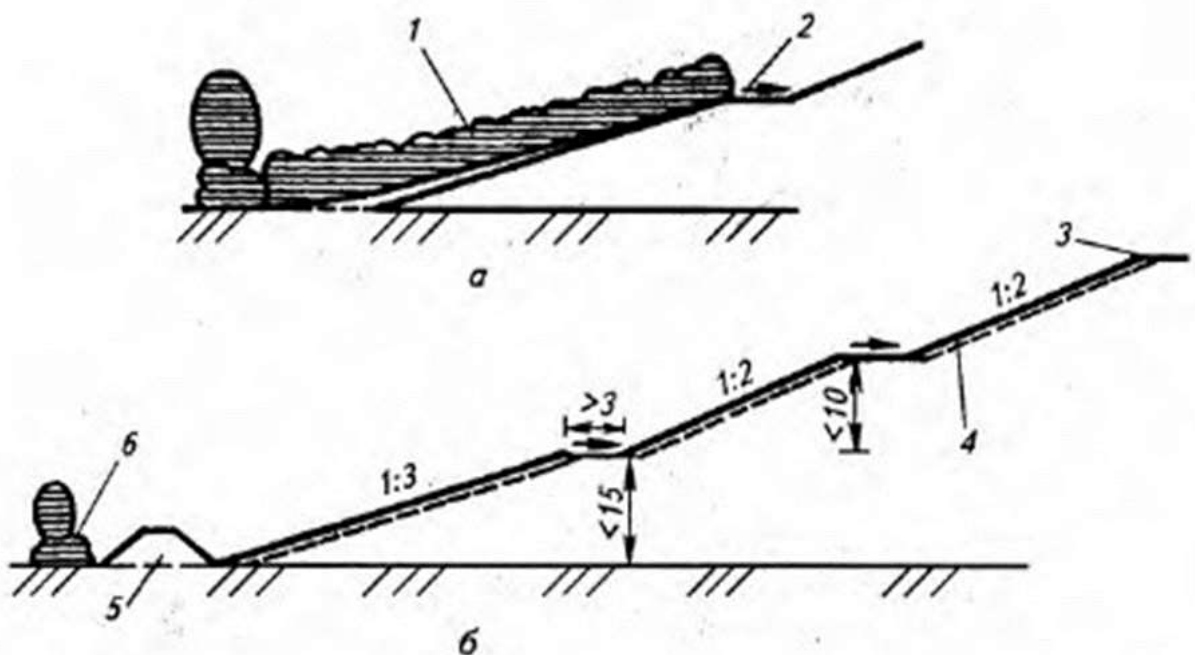


Рис. 6.3. **Формування насипних відвалів у вигляді терасованої гори:** а – облаштування схилу першого ярусу відвалу; б – форма схилу насипного відвалу у вигляді терасованої гори; 1 – озеленення нанесеного шару ґрунту після завершення кожного ступеню насипання; 2 – напрямок схилу берми; 3 – виступаюча верхня кромка відвалу; 4 – покривний шар відвалу з шару ґрунту; 5 – знятий верхній шар ґрунту з основи відвалу; 6 – лінійні насадження шириною не менше 5 м.

Після завершення формування першого ярусу на відвалі влаштовують першу терасу, виконану в вигляді уступу шириною не менше 3 м. Всі наступні яруси формують висотою не більше 10 м і з закладенням відкосів  $m = 2$ . Уступи виконують з незначним відхилом в бік відкосу наступного ярусу.

Вони розчленовують відкоси великої протяжності, запобігають ерозії і розподіляють поверхневий стік, слугують в якості доріг. На завершення кожного ярусу на відкоси наносять верхній шар ґрунту товщиною до 1 м і поетапно їх озеленюють. Така форма відвалу забезпечує досить сприятливі умови для розвитку древно-чагарникової рослинності. Однак відвали, що формуються у вигляді гори і терасуються на велику висоту

погано вписуються в ландшафт, навіть будучи покритими рослинністю. Найбільш вдала форма відвалу з топографічної точки зору формування ландшафту вимагає значно більшої площі для його розміщення. Відкоси таких відвалів повинні бути пологими, а підніжжя їх виконують злегка округленим, яке плавно переходить в природний рельєф місцевості (рис. 6.4).

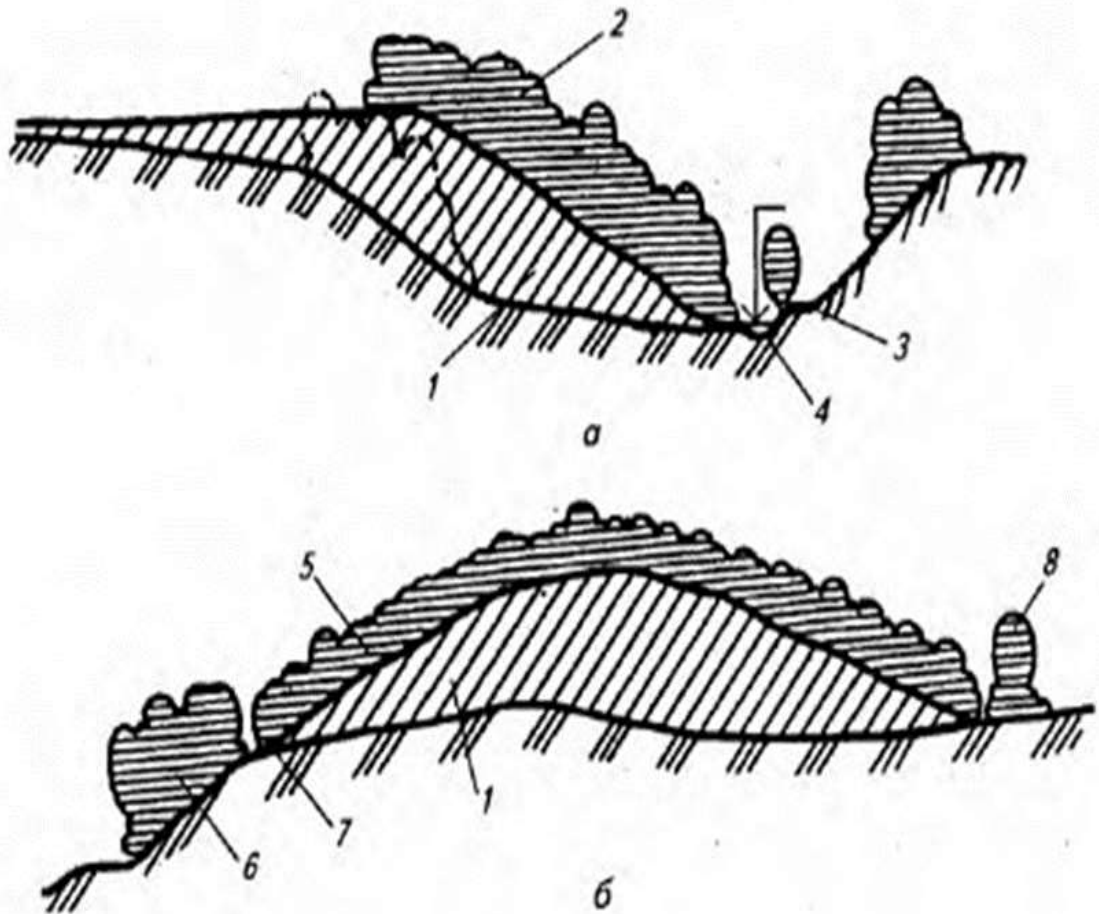


Рис. 6.4. **Формування ландшафтних відвалів:** а – в природних зниженнях; б – у вигляді добудови округлої форми, що доповнює природний ландшафт; 1– складований матеріал; 2 – озеленена частина відвалу; 3 – дорога; 4 – існуюча водойма; 5 – озеленений відкіс, який плавно переходить в природний рельєф місцевості; 6 – зелений масив, що залишився від природного ландшафту; 7 – захисна смуга; 8 – лінійна смуга зелених насаджень, облаштована перед відвалом.

Під час створення відвалів в умовах пересіченої місцевості необхідно прагнути надати їм більш округлу форму, що сприяє досягненню гарної відповідності форми відвалу рельєфу місцевості. Однак за рівної площі

земельних ділянок в таких відвалах міститься менше складованого матеріалу, ніж у відвалах з крутими схилами.

Для створення відвалів округленої форми з пологими схилами звертають увагу на регулювання поверхневого стоку води з запобіганням ерозії нанесеного ґрунту і складованого матеріалу. Для цього необхідно передбачати прокладання доріг на уступах, що утворюються на схилах, або систему невеликих каналів на схилах.

Великі обсяги робіт з наміву відвалів виконують за умов гідровскриття кар'єрів ґрунту і корисних копалин, очищенні від наносів каналів, відстійників і водойм в меліорації і водному господарстві, розробці розсипних родовищ дражованим способом. Підприємства лісової, паперової, гірничодобувної та хімічної промисловості і енергетики в результаті своєї діяльності утворюють досить великі обсяги відходів, названих шлаками (зола, шлак, відходи газоочистки, хвости гірничозбагачувальних фабрик, содові, соляні і інші відходи хімічної промисловості). Ці відходи видаляють в більшості випадків з водою у вигляді розчину в спеціальні відстійники, названі шлаконаповнювачами і хвостосховищами.

Відвали, утворені намівним способом, називають гідровідвалами. Розрізняють два види гідровідвалів, яким не потрібно надавати в процесі формування певної конфігурації, і відвали, що намівають згідно проектного профілю. У першому випадку це гідровідвали, які влаштовується шляхом вільного випуску розчину у водойму (ставок, озеро, море) або в яр. Якщо такої можливості немає, то відвали розміщують на рівній або слабопониженій місцевості на берегах водних об'єктів, поблизу влаштованих виїмок або неподалік від збагачувальних підприємств (рис. 6.5).

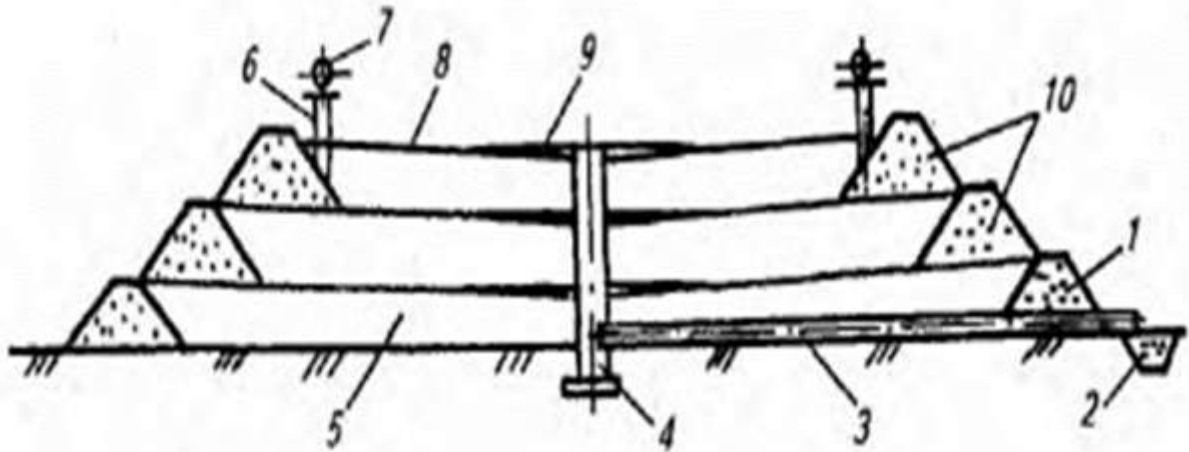


Рис. 6.5. Схема наміву гідровідвалу: 1 – дамба первинного обвалування; 2 – відвідний канал; 3 – відвідна труба; 4 – колодязь для скидання освітленої води; 5 – намитий матеріал; 6 – дерев'яні опори; 7 – розподільний сумішепровід; 8 – пляж наміву; 9 – ставок-відстійник; 10 – дамби попутнього обвалування.

Перед закладанням складованого матеріалу в гідровідвали, намівають за певним профілем, знімають родючий шар ґрунту і шар потенційно родючого ґрунту з поверхні ділянки, що відводиться під відвал, землерійно-транспортними машинами з переміщенням в тимчасові відвали. Під час створення гідровідвалів в ярах передбачають споруду облаштовану для відведення поверхневих вод, що надходять з поверхні водозбору в процесі виробництва робіт з формування гідровідвалу.

Формування гідровідвалів проектного профілю вимагає ублаштування огорожувальних дамб, що запобігають довільному розтіканню розчину в процесі наміву. За формування гідровідвалів на рівній місцевості територію по периметру відвалу захищають дамбами первинного обвалування висотою 0,7–1,5 м, які споруджуються з мінерального ґрунту, що забирається з основи відвалу. Території гідровідвалів, які влаштовуються в ярах, також огорожують дамбою тих же розмірів, що будується поперек яру в нижній стороні. У міру заповнення гідровідвалу дамби обвалування поступово

нарощують угору, використовуючи наливний гідровідвал, якщо він задовольняє будівельні вимоги (рис. 6.6).

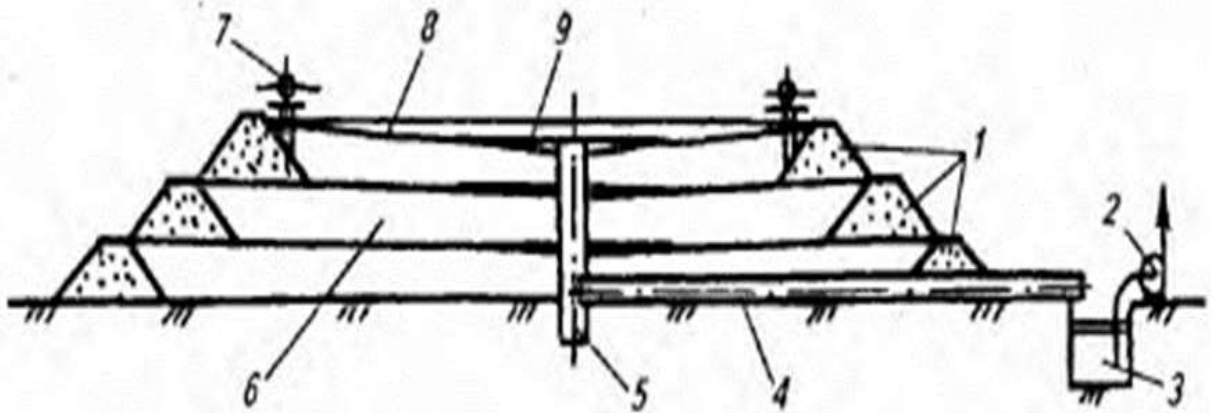


Рис. 6.6. Схема наливу хвостів гірничо-збагачувальної фабрики в гідровідвалі: 1 – дамби обвалування, що виконуються з мінерального ґрунту; 2 – насосний агрегат системи зворотнього водопостачання гірничо-збагачувальної фабрики; 3 – приймальний колодезь освітленої води; 4 – водовідвідна труба; 5 – колодезь для скидання освітленої води зі ставка-відстійника; 6 – намитий матеріал; 7 – розподільний сумішепровід, що розміщується на низьких дерев'яних опорах; 8 – пляж наливу; 9 – ставок-відстійник.

В іншому випадку для цих цілей необхідно застосувати мінеральний ґрунт, який забирають з кар'єру в межах контуру підшви споруджуваного гідровідвалу в обсязі, достатньому для зведення огорожувальних дамб в процесі наливу відвалу до проектних розмірів.

Гідравлічну укладку матеріалу в відвали виробляють зосередженим або розосередженим випуском розчину з розподільних сумішепроводів, що розміщуються на опорах або естакадах. Освітлену воду із ставка-відстійника скидають через шахтний колодезь, що влаштовується в середині гідровідвалу.

У разі формування гідровідвалу з дрібнозернистого ґрунту з великим вмістом глинистих частинок і скиданні за таких умов освітленої води в джерело водопостачання необхідно скинуту воду повторно відстоювати,

пропускаючи її через додаткові карти-відстійники, які влаштовують в межах гідровідвалу. Під час намивання відходів в шлакозбирачачі або хвостосховища домагаються повного відстоювання намитих шлаків, а скидну освітлену воду бажано використовувати для повторного перекачування шлаків у системі зворотного водопостачання.

На практиці розкривні роботи проводяться способом гідромеханізації, гідровідвали займають досить великі площі (від десятків до сотень гектарів) і досягають висоти в кілька десятків метрів.

Одна з можливих схем рекультивації гідровідвалу суглинистого ґрунту для цілей сільськогосподарського або рекреаційного використання показана на рис. 6.7. Після завершення робіт з намиву ґрунту у верхній частині відвалу формується територія, по периметру обгороджена дамбами обвалування і являє собою в поперечному перерізі пляжну частину, що складається з трьох зон.

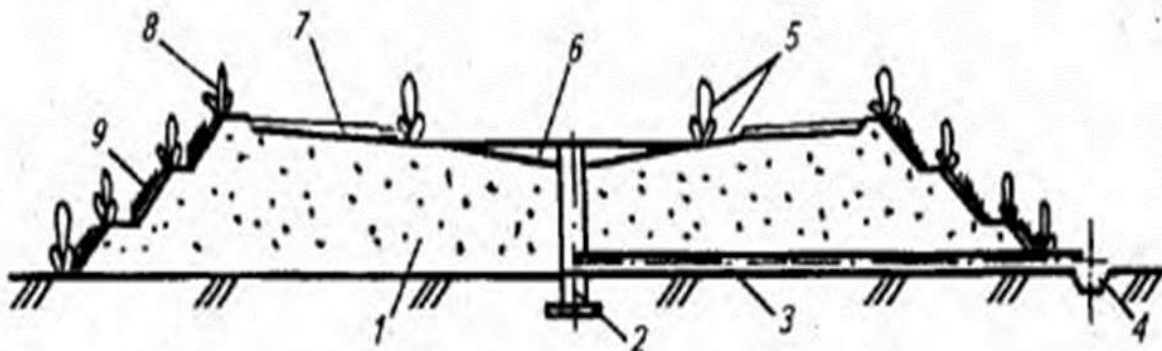


Рис. 6.7. Приклад рекультивації гідровідвалу розкривного ґрунту: 1 – намитий ґрунт; 2 – скидний колодязь, дообладнаний до шахтного водоскиду; 3 – водовідвідна труба; 4 – водовідвідний канал; 5 – берегова водоохоронна зона; 6 – ставок-відстійник; 7 – рекультивована територія для сільськогосподарського використання; 8 – деревно-чагарникові насадження; 9 – залуження зовнішніх відкосів дамб обвалування.

Перша зона шириною 25–30 м, що примикає до дамби обвалування, утворюється з відхилом до 0,03. Ця смуга досить швидко осушується, і через 3–4 доби після припинення намиву нею можна переміщуватися.



Другу зону шириною 20–25 м формують з ухилом 0,01–0,015. Консолідація ґрунту на цій смузі відбувається впродовж великого періоду часу (5–8 діб) з утворенням на поверхні тріщин.

Третя зона, що оточує відстійний ставок, майже горизонтальна, з підвищеною вологістю намивного ґрунту. Загальна довжина пляжу від обвалування до відстійного ставка повинна бути не менше 60 м. Зазвичай у разі намивання відвалів суглинистих ґрунтів пляжна частина становить 42 % намивних території, 48 – відстійний ставок, 10 % – дамби обвалування.

Після завершення робіт з намиву гідровідвалу рекультивують зовнішні відкоси дамб обвалування. Для цього спочатку на зовнішні відкоси дамб обвалування та проміжні берми відсипають родючий шар ґрунту товщиною близько 0,1–0,15 м. З метою запобігання водної ерозії сформованих валиків відкосів проміжним бермам надають незначний поперечний ухил в бік підніжжя схилів. Потім на схилах сіють дерноутворюючі трави, а на краях берм висаджують дерева та кущі на відстані 5–6 м один від одного.

Після цього приступають до рекультивації пляжної частини. Рекультивацію пляжної частини і ставка-відстійника здійснюють з урахуванням подальшого комплексного використання намитої території – сільськогосподарського, природоохоронного і водогосподарського призначення. Після підсушування намивного ґрунту приступають до рекультивації пляжної частини в межах першої і другої зон намивної поверхні. Ставок-відстійник перетворюють у водойму. Для цього водоскидний колодязь переобладнують в шахтний водоскид. Поповнюють водоймище свіжою водою за рахунок надходження поверхневих вод, що збираються з водозбірної площі гідровідвалу.

Схема рекультивації хвостосховища для подальшого сільськогосподарського використання показана на рис. 6.8. Матеріали, що намивають в золовідвали, шлаконакопичувачі і хвостосховища, як правило, токсичні. Тому рекультивація таких відвалів перш за все необхідна з санітарно-гігієнічної точки зору. Водна і вітрова ерозія цих відкладень

призводить до забруднення навколишнього середовища. Після заповнення хвостосховища проєктного об'єму намитий матеріал зневоднюють, спорожняючи ставки-відстійники від води, розрівнюють дамби обвалування. Гребеню хвостосховища надають незначний нахил від середини до країв для забезпечення плавного відводу поверхневих вод. Такі відвали природньо заростають вкрай повільно, що пов'язано з нестачею азоту і нестійкістю водного режиму.

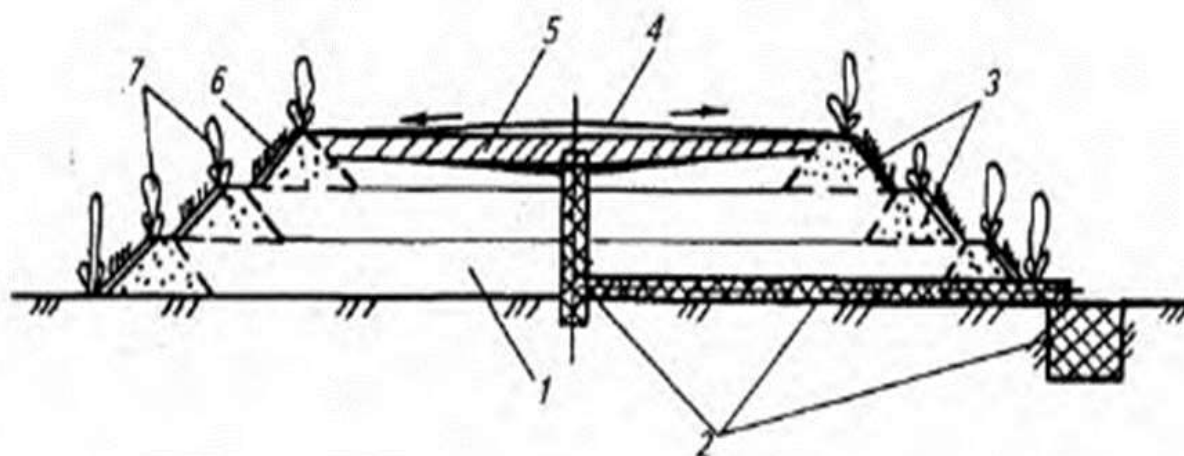


Рис. 6.8. Схема рекультивції хвостосховища для сільськогосподарського використання: 1 – намиті хвости; 2 – заповнений ґрунтом водопровідний шлях, що був призначений для відводу освітленої води зі ставка-відстійника в систему зворотнього водопостачання; 3 – рекультивування зовнішніх відкосів дамб обвалування залуженням і висадкою деревно-чагарникової рослинності на кожному ярусі; 4 – родючий шар ґрунту; 5 – потенційно родючий шар ґрунту; 6 – трав'яниста рослинність; 7 – деревно-чагарникова рослинність.

На поверхню золовідвалів теплових електростанцій наносять родючий шар ґрунту потужністю 0,1–0,5 м з внесенням великих доз добрив для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. Шлаконакопичувачі металургійних заводів і хвостосховища збагачувальних комбінатів через вміст токсичних з'єднань спочатку екранують шаром потенційно родючого ґрунту потужністю 1–1,5 м, а потім зверху екрану наносять родючий шар ґрунту товщиною 0,4–0,5 м. Зовнішні відкоси дамб

обвалування рекультивують за загальноприйнятою схемою залуження відкосів і засаджування деревно-чагарниковою рослинністю.

## **6.2. Формування рослинного покриву на відвалах**

Найбільш зручний і дешевий вид освоєння рекультивованих територій відвалів – лісогосподарський. Лісова рекультивація домінує в більшості країн. На перших етапах рекультивації важливо швидко озеленити відвали і усунути шкідливий вплив їх на навколишнє середовище.

Озеленювати відвали можна ще до початку укладання складованого матеріалу. Територію, відведену під відвал, облямовують смугою насаджень. Під час складування відходів, що перешкоджають зростанню рослинності, і унеможливають створення родючого шару ґрунту, наприклад, відвали пустої породи за видобування калійних солей та інших корисних копалин, смуга насаджень є єдиною можливістю облаштування таких відвалів. Смуга насаджень по периметру відвалу ефективна тільки тоді, коли її ширина складає не менше 5 м.

Під час лісогосподарської рекультивації на перших етапах використовують швидкорослі породи: тополі і верби. Приживлюваність і ріст лісових порід залежать головним чином від гранулометричного складу породи та її рН. Оптимальне значення рН: для хвойних деревних видів – 4,5–6,0 і для листяних – 6,0–7,5. За гранулометричним складом породи розподіляються в наступному порядку спадання родючості: суглинки – глини – піски.

Досвід залісення відвалів показує, що посів деревних видів насінням не підходить. Найбільш раціонально використовувати висаджування листяних видів однорічними саджанцями, а хвойних видів – дворічними. Види видів підбирають експериментально.

Деревні види, для лісових культур, що використовуються для залісення відвалів в Україні, представлені в таблиці 6.1.



## Види древних видів для заліснення відвалів

Оцінка придатності території до біологічного освоєння	Домінуючий тип ґрунтосуміші за токсичністю	Призначення лісових культур	Лісові деревні види		
			Головні	Супутні	Чагарники
Повністю придатні	Потенційно родючі не токсичні	Господарсько-меліоративне	Дуб черешчатий, модрина європейська, сосна звичайна, береза повисла, тополя	Липа дрібнолиста, груша лісова, вільха сіра, клен гостролистий, в'яз звичайний	Вишня степова, ліщина, смородина золотиста, жимолость татарська, глід, верба, акація жовта, клен татарський, терен
Придатні	Малотоксичні	Господарсько-меліоративне	Сосна звичайна, тополя, береза повисла	Вільха сіра, в'яз звичайний, клен татарський і ясенелистий (на схилах)	Вишня степова, ліщина, смородина золотиста, жимолость татарська, глід, береза, акація жовта, клен татарський, терен
Малопридатні	Середньотоксичні	Меліоративно-підготовче (після хімічної обробки)	Тополя, береза повисла, вільха сіра	Вільха сіра, акація жовта	Смородина золотиста
Не придатні	Сильнотоксичні	–	–	–	–

Якщо створити потужний покривний шар неможливо і сам матеріал, який утворює рекультивовану поверхню, повинен стати субстратом для рослин, то виникають біолого-екологічні проблеми озеленення таких земель. Для цього проводять заходи щодо активації бідного ґрунту. Процес

відновлення ґрунтового покриву в природних умовах триває від декількох десятків років до багатьох століть, тому доводиться стискати його до короткого проміжку часу.

Попередня умова успішної активації бідного ґрунту – ретельне вивчення місцевих умов і оцінка факторів, які є перешкодою розвитку рослин. Отже, для цього необхідні детальні хімічні і біологічні попередні дослідження, після чого приймають цілеспрямовані заходи щодо поліпшення умов для розвитку рослин, які можна поділити на три групи: поліпшення фізичної структури бідного ґрунту; поліпшення хімічних умов для росту рослин; біологічна активація.

Перераховані меліоративні заходи спрямовані на забезпечення рослин достатньою кількістю поживних речовин і на усунення всіх чинників, що перешкоджають їх розвитку. На ущільнених ґрунтах доцільно механічне розпушування в поєднанні із закладенням в ґрунт добрив, що вносяться і хімічних меліорантів. Останні зв'язують токсичні елементи і речовини, які містяться в ґрунті; зменшують надмірну кислотність або, що буває рідше, надмірний вміст основ; мобілізують наявні і вносять відсутні поживні речовини. Після створення досить гармонійних ґрунтових умов підвищують біологічну активність за рахунок внесення в ґрунт гумусу і ґрунтових бактерій або мульчування органічними і неорганічними матеріалами. Меліоративні заходи (хімічні, фізичні та біологічні) є лише підготовкою до озеленення, що визначається принципом фітосоціології. Рослинність на бідних ґрунтах розвивається за певними стадіями, результатом чого є ліс.

### **6.3. Рекультивація і облаштування звалищ і полігонів**

Всі великі міста світу побудовані на звалищах. Відходами побуту і виробництва завалювали найближчі яри, а у міру зростання міст будівництво починали на цих територіях. Неконтрольоване вивезення відходів призводило і призводить до забруднення підземних та поверхневих вод,

прилеглих земель, підвищеному вмісту в повітрі метану та інших продуктів гниття, розмноження щурів і мух, що поширюють інфекційні хвороби.

На людину припадає в середньому від 0,5 кг твердих побутових відходів (ТПВ) в країнах, що розвиваються і до 2 кг в день в промислово розвинених країнах. З огляду на те, що темпи зростання населення в країнах, що розвиваються складають в середньому 5 % на рік, а в Західній Європі міста практично злилися з селами, проблеми урбанізації, зокрема і проблеми відходів, будуть загострюватися і в майбутньому. Практично у всіх промислово розвинених країнах світу переважна кількість відходів, що утворюються продовжують вивозити на звалища або на так звані полігони. Наприклад, в Україні на звалища вивозять близько 97 % відходів, що утворюються в міському господарстві, Великобританії – 90, Канаді – 80, Італії – 71, США – 67, Іспанії – 65 %.

Знешкодження та захоронення відходів на звалищах і полігонах в першу чергу пов'язане з відчуженням великих територій, з високими транспортними витратами, з негативним впливом відходів на навколишнє середовище і порушенням ландшафту.

Відносно до вміщуючих порід і оточуючих ґрунтів звалище є різкою техногенною геохімічною аномалією. Для звалищного ґрунту характерним є накопичення мікроелементів (срібло, нікель, мідь, вольфрам, молібден, свинець тощо).

Техногенні ґрунти звалищ мають аномальні геофізичні характеристики (питомий електричний опір від 0,2 Ом м/м<sup>3</sup> у водонасиченому стані до 20 Ом м/м<sup>3</sup> за умов природної вологості); аномальні інженерно-геологічні характеристики (середня щільність 0,6–0,8 т/м<sup>3</sup>, пористість 60–70%, вологість 20–60%), неоднорідні фільтраційні властивості ( $K_f = 0,1–1,5$  м/добу), водовіддача (5–10 %).

У товщі звалища формується техногенний водоносний горизонт. Як правило, спостерігається помітне перевищення рівнів техногенного горизонту над рівнями нижчих водоносних горизонтів, що пов'язано з

наявністю в підшві звалища слабопроникного шару, утвореного внаслідок скупчення тонкодисперсних фракцій ґрунтів, і значним інфільтраційним живленням площею звалища. Інфільтраційне живлення є основною статтею балансу техногенного горизонту, що досягає 60 % суми атмосферних опадів.

Інфільтрація – провідний чинник, що впливає на інтенсивність протікання фізико-біологічних процесів в товщі звалища і визначає кількість фільтрату та біогазу в анаеробній зоні звалища потужністю 10 м і більше. Фільтрат утворюється в результаті протікання процесів деполімеризації, бродіння, гуміфікації органічної речовини, сульфатредукції та інших процесів. У підсумку виходить унікальний токсичний розчин з мінералізацією до декількох десятків грам на 1 л, вмістом іонів амонію і хлору, інших макрокомпонентів до декількох грамів на 1 л, високими концентраціями важких металів (цинк, свинець, нікель, хром, кадмій і ін.).

Основні органічні з'єднання фільтрата – це з'єднання змішаних рядів, ароматичні, ациклічні карбонільні з'єднання всіх класів небезпеки. Найбільш небезпечні забруднення органічного походження, які оцінюються хімічною потребою в кисні (ХПК) і концентрацією зважених органічних речовин ( $C_{\text{орг}}$ ), які в фільтраті досягають високих значень (ХПК до 6 г  $O_2$  на 1 л і  $C_{\text{орг}}$  до 5 г/л), тоді як у міських стічних водах ці показники сягають на порядок менших значень, наприклад ХПК до 0,1–0,6 г  $O_2$  на 1 л і  $C_{\text{орг}}$  до 0,1–0,3 г/л.

Біогаз утворюється в результаті життєдіяльності метаноутворюючих бактерій і супроводжується виділенням тепла, що підтримує температуру 30–40<sup>0</sup>С в товщі відходів. В результаті внутрішнього розігріву відходів збільшується проникність підстилаючих звалище глинистих порід, а на поверхні звалища формуються температурні аномалії, які мають незвичайний для природних систем мозаїчний характер. Біогаз, або, як його називають, звалищний газ, це екологічно небезпечна суміш метану, діоксиду вуглецю, сірководню, оксидів азоту, водню, метилмеркаптану тощо.



Під час виходу біогазу на поверхню можливе його займання, викликаючи великі пожежі на звалищах, що супроводжуються утворенням інших отруйних хімічних речовин.

Формування забруднення підземних вод на ділянках розміщення звалищ пояснюється зниженням їх окислювально-відновного потенціалу за рахунок проникнення в підземні горизонти разом з фільтратом неокислених органічних речовин. Вони використовують кисень підземних вод на своє окислення і різні хімічні трансформації, формуючи майже нейтральні безкисневі безсульфідні води.

Тип забруднень підземних вод характеризується присутністю в цих водах неорганічних інгредієнтів в концентраціях, що перевищують ХПК і відносяться до різних класів небезпеки. Крім того, в підземних водах у високих концентраціях присутні неокислені органічні речовини всіх класів небезпеки. Міграція забруднюючих речовин в підземні горизонти зводиться до проходження ними серії геохімічних бар'єрів. Наприклад, в результаті міграції забруднюючих речовин забруднюються гірські породи підосви звалища і ґрунтові води. Поверхневі води, що стікають зі звалища, в своєму складі також несуть забруднюючі речовини і рухаючись прилеглими землями забруднюють ґрунти. Далі забруднюючі речовини, потрапляючи у відкриті водні об'єкти, погіршують якість води в них і накопичуються в донних відкладеннях. Схема міграції забруднюючих речовин від звалищ показана на рис. 6.9.

Інтенсивність накопичення забруднюючих речовин в різних середовищах неоднакова і змінюється в такій послідовності: гірські породи – ґрунти – донні відкладення. Рівні накопичення забруднюючих речовин в цих середовищах тісно взаємопов'язані і збільшуються в часі, а ступінь їх накопичення характеризується сумарним показником забруднення  $Z_c$ , що дорівнює сумі відносин концентрацій присутніх забруднюючих елементів  $C_1$ – $C_n$  до їх фоновим змістів  $C_{\Phi 1}$ – $C_{\Phi n}$ :

$$Z_c = C_1/C_{\Phi 1} + \dots + C_n/C_{\Phi n}$$

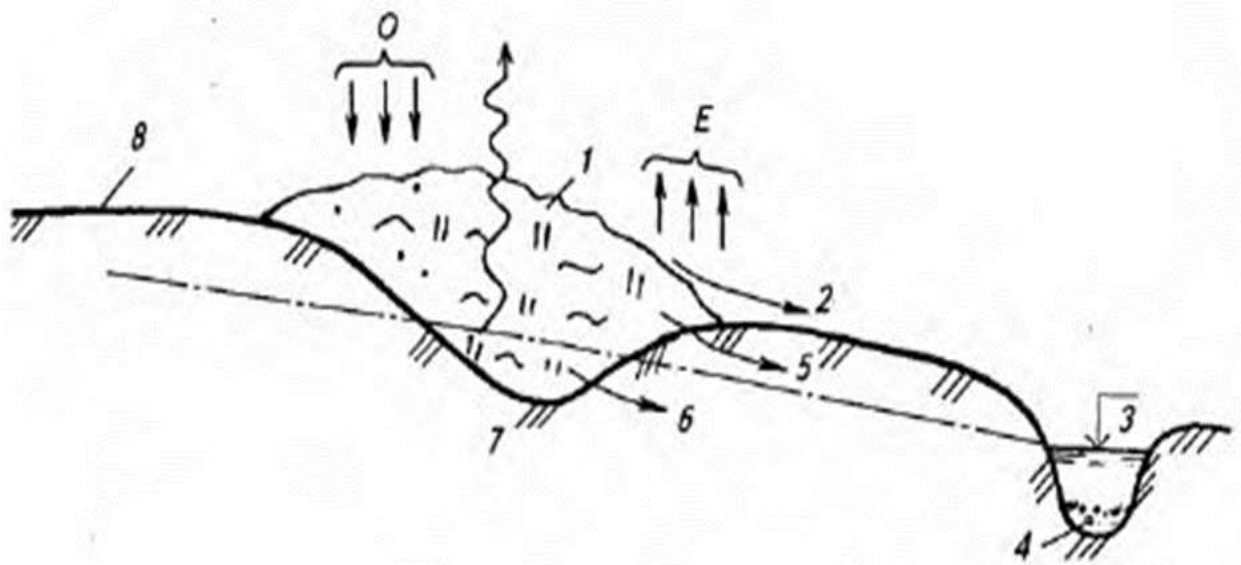


Рис. 6.9. Схема міграції забруднюючих речовин від звалищ: 1 – звалищний ґрунт; 2, 5 – напрямок поширення речовин, які забруднюють ґрунт; 3 – рівень води; 4 – донні відкладення; 6 – напрямок розповсюдження забруднюючих речовин в гірські породи і ґрунтові води; 7 – гірські породи в підшві звалища; 8 – поверхня землі; О – атмосферні опади; Е – випаровування вологи з поверхні звалища; Г – біогаз.

На рівень забруднення навколишнього середовища впливають концентрація забруднюючих речовин і тривалість існування звалища. Найбільш негативний вплив звалище надає після 3–4 років від початку експлуатації і в перші 15–20 років після його закриття (табл. 6.2).

Для зменшення негативних впливів звалищ на навколишнє середовище необхідна система природоохоронних заходів на кожному етапі їх функціонування. Серйозної екологічної шкоди докільню завдають так звані несакціоновані звалища, які стихійно утворилися або виникли через необдуману діяльність людини, штучні геологічні утворення (площею не менше 0,5 га за потужності відкладень не менше 1 м). Залежно від напрямку подальшого використання територій, зайнятих несакціонованими звалищами, приймають ті чи інші технічні рішення з їх рекультивації.

## Етапи впливу звалищ на довкілля

Етап	Стан звалища	Часовий інтервал	Забруднення підземних вод		Рівні забруднення донних відкладень, ґрунтів і гірських порід	Вплив біогазу на атмосферу
			Ареал розповсюдження	Рівень		
1	Період експлуатації	Перші роки (до 3 років)	Початок формування	Менше МДК	Менше 100 » 30 » 10	Початкове
2		Після 3–4 років	Продовження формування	Більше МДК	100– n x 1000 30– n x 100 10– n x 10	Інтенсивне
3	Після закриття	Перші 15–20 років після закриття	Деяке скорочення	Більше МДК	n x 1000 n x 100 n x 10	Інтенсивне
4		Через 15–20 років після закриття	Поступове скорочення	На рівні МДК	n x 1000 n x 100 n x 10	Потенційно зберігається

У таблиці n = 1, 2, ..., n.

Для зменшення негативних впливів звалищ на навколишнє середовище необхідна система природоохоронних заходів на кожному етапі їх функціонування. Серйозної екологічної шкоди довкіллю завдають так звані несакціоновані звалища, які стихійно утворилися або виникли через необдуману діяльність людини, штучні геологічні утворення (площею не менше 0,5 га за потужності відкладень не менше 1 м). Залежно від напрямку подальшого використання територій, зайнятих несанкціонованими звалищами, приймають ті чи інші технічні рішення з їх рекультивації.

Території, зайняті несанкціонованими звалищами, після їх рекультивації можуть бути використані під житлову забудову, для створення комунальної або промислової зони, а також для доріг, майданчиків та

рекреаційних цілей. Ці умови визначають обсяги робіт рекультивації з урахуванням всіх неблагоприємних чинників, супутніх звалищ: з повним або частковим видаленням звалищного ґрунту і заміною його нормативно-чистим ґрунтом або без видалення з перекриттям його поверхні нормативно-чистим ґрунтом.

Відповідно до Тимчасового положення про порядок роботи з рекультивації несанкціонованих звалищ в Києві (ТСН 11.30 1–99) цивільне будівництво (житлові будинки, дитячі та лікувальні установи) без вивезення звалищного ґрунту не допускається. Житлове будівництво може бути дозволено тільки після досягнення в результаті рекультивації нормативних показників забрудненості ґрунтів і атмосферного повітря. Перед початком робіт проводять інженерно-геологічні розвідки, на підставі яких складають сітку профілів ґрунту звалища і підстилаючих їх шарів ґрунту підшви, визначають потужність шару звалищного ґрунту, структуру підстилаючих шарів, ступінь їх забрудненості і рівень ґрунтових вод.

Потужність забрудненого ґрунту, що підлягає видаленню в підшві звалища нарівні зі звалищним, визначають порівнянням ступеня забруднення його з нормативними значеннями.

Звалищні ґрунти видаляють на полігони знешкодження і захоронення відходів. Для виконання цих робіт використовують одноковшові екскаватори і автосамоскиди. Видаляються зі звалища будівельні відходи або нормативно-чисті підстилаючі ґрунти можуть бути використані на різних земляних роботах (для підсипок, пристроїв ізоляційних шарів на полігонах у похованні твердих побутових відходів і т. п.). У випадках заміни звалищного ґрунту завозять мінеральний ґрунт, який повинен бути нормативно-чистим за бактеріологічними, хімічними і радіометричними показниками.

Технічними рішеннями передбачають виконання заходів щодо забезпечення санітарно-гігієнічних та мікробіологічних умов та радіаційної безпеки у організації і виконанні будівельних робіт. Відповідно результатів санітарного обстеження планують винищувальні заходи з дератизації

(вимищення пацюків, мишей і ін.) і дезинсекції згідно вимог інструкції з боротьби з мухами.

У процесі виконання робіт з розробки техногенного ґрунту можуть бути розкриті локальні аномалії з наявністю на глибині радіоактивного забруднення як у вигляді окремих джерел іонізуючого випромінювання, так і у вигляді радіоактивного забрудненого ґрунту.

Для забезпечення виявлення радіоактивного забруднення, який потрапив на звалище в результаті несанкціонованих викидів радіоактивних відходів, необхідно в міру виїмки і вивезення сміття регулярно вимірювати потужність експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання. Особливо це відноситься до звалищ, розташованих в понижених місцях: глибоких ямах, кар'єрах тощо. Під час розкривних робіт вимірювання проводять на всій оголеній поверхні звалища по сітці профілів через 2, 5 і 10 м залежно від складу сміття: за наявності в смітті деталей приладів і радіоапаратури, уламків лабораторного посуду тощо мережу профілів згущують, за наявності побутового або будівельного сміття її можна розрядити. Вимірювання необхідно проводити в міру виїмки сміття, але не рідше одного разу на день. Вимірювання виконують переносними радіометрами типу СРП–68–01 або СРП–88. Організація робіт з вивезення звалищного ґрунту включає дотримання додаткових умов екологічної безпеки: обов'язкове укриття кузовів автосамоскидів брезентом при перевезенні звалищного ґрунту; дезінфекцію коліс на виїзді з рекультивованої території (пристрій дезінфекційних ванн при температурі зовнішнього повітря вище 5 °С); організацію збору і видалення на очисні споруди забруднених поверхневих вод, що надходять з території звалища; періодичне медичний огляд виробничого персоналу, зайнятого на цих роботах; забезпечення радіаційної безпеки персоналу при постійному вимірі рівня радіації.

Під час рекультивації несанкціонованих звалищ без видалення звалищного ґрунту передбачають заходи і роботи з дегазації, пристрою захисного екрану на поверхні звалищних ґрунтів, а також огорожі

рекультивованої території, щоб уникнути вторинного її забруднення. Захисні екрани, що влаштовуються на поверхні звалищного ґрунту, є основними елементами, що забезпечують головну природоохоронну функцію.

Конструкція захисних екранів є комбінацією ізоляційних і фільтруючих елементів, що дозволяють збирати і відводити поверхневі води, що просочуються, атмосферні опади і біогаз.

Захисний екран будують в такій послідовності. Попередньо розрівнюють окремі нерівності на поверхні звалища, після чого виконують загальне планування всієї поверхні з наданням їй незначного ухилу ( $i = 0,01 - 0,05$ ) в сторону загального зниження рельєфу.

Потім насипають вирівнюючий шар товщиною не менше 0,5 м, наприклад, з очищеного будівельного сміття, з діаметром фракцій 4–32 мм. За наявності газоутворення в товщі звалищного ґрунту влаштовують на поверхні вирівнюючого шару шар з газопровідного матеріалу, наприклад, піску, товщиною не менше 0,3 м. Після цього на поверхню газопровідного шару створюють протифільтраційний екран, що складається з двох шарів глини товщиною 0,25 м кожний і шару синтетичної рулонної ізоляції товщиною не менше 2,5 мм. Для облаштування протифільтраційного екрану використовують глину з коефіцієнтом фільтрації не менше 5 – 10 м/с. Зверху синтетичної ізоляції укладають дренажний шар у вигляді пластового дренажу товщиною не менше 0,3 м з мінерального ґрунту і коефіцієнтом фільтрації  $K_f = 1 \times 10^{-3}$  м/с. Далі відсипають шар потенційно родючого ґрунту товщиною 0,7–0,85 м, на поверхню якого наносять родючий шар ґрунту товщиною 0,15–0,3 м.

З метою захисту ґрунтових вод від забруднення звалищним конденсатом й інфільтратом можна використовувати спосіб силікатизації ґрунтів в підшві звалища, заснований на нагнітанні через ін'єктори в підшву звалища гелеутворюючих матеріалів, в якості яких використовують сірчаноокислий алюміній, щавлеву кислоту і «рідке» скло. Утворений при цьому в підшві звалища гелевий екран сприяє зміцненню нижніх шарів

звалищного ґрунту і верху гірських порід підшови і зменшує його водопроникність, а також виступає в ролі геохімічного бар'єру на шляху поширення забруднюючих речовин в підземні горизонти.

**Рекультивация та облаштування полігонів ТПВ.** Об'єктами для розміщення твердих побутових відходів служать так звані полігони, що являють собою інженерні спорудивідвали, і експлуатовані відповідно до проектів. Прогнози показують, що, незважаючи на високі темпи приросту потужностей промислових об'єктів з переробки та знешкодження ТПВ, кількість складованих відходів на полігонах буде ще довгі роки мати досить високий відсоток. Тенденція розвитку полігонобудування йде в основному за рахунок збільшення питомого навантаження на одиницю площі полігону, яка дозволяє максимально використовувати ділянки, відведені під складування ТПВ. Це досягається шляхом збільшення ступеня ущільнення складованих відходів і висоти складування. Практика показує, що сучасні ґрунтоущільнюючі катки дозволяють ущільнити ПБО на полігонах до  $0,8 \text{ т/м}^3$ . Висота ТПВ на ряді зарубіжних полігонів сягає 60 м. Використання більш потужного ущільнення і нарощування висоти дозволяє збільшити в 5–6 разів місткість полігонів.

Головним принципом, покладеним в основу проектування полігонів, є охорона навколишнього середовища: атмосферного повітря, ґрунту, поверхневих і ґрунтових вод. У зв'язку з цим полігони зі знешкодження та захоронення ТПВ не можна розташовувати ближче 500 м від житлової забудови. Під час вибору місця для розміщення полігонів керуються наступними принципами: не слід відводити ділянки, що являють собою цінність для ландшафту, сільського господарства та навколишнього середовища, а також ділянки, що знаходяться в зоні паводкового затоплення, і всі ділянки, де не виключена небезпека забруднення ґрунтових вод; при неможливості вибору такої території для полігону захист ґрунтових вод, ґрунту і атмосферного повітря забезпечують шляхом будівництва захисних екранів для заснування і поверхні полігону і відсипання проміжних

ізоляційних шарів, які є основними елементами, що забезпечують головну природозахисну функцію (рис. 6.10).

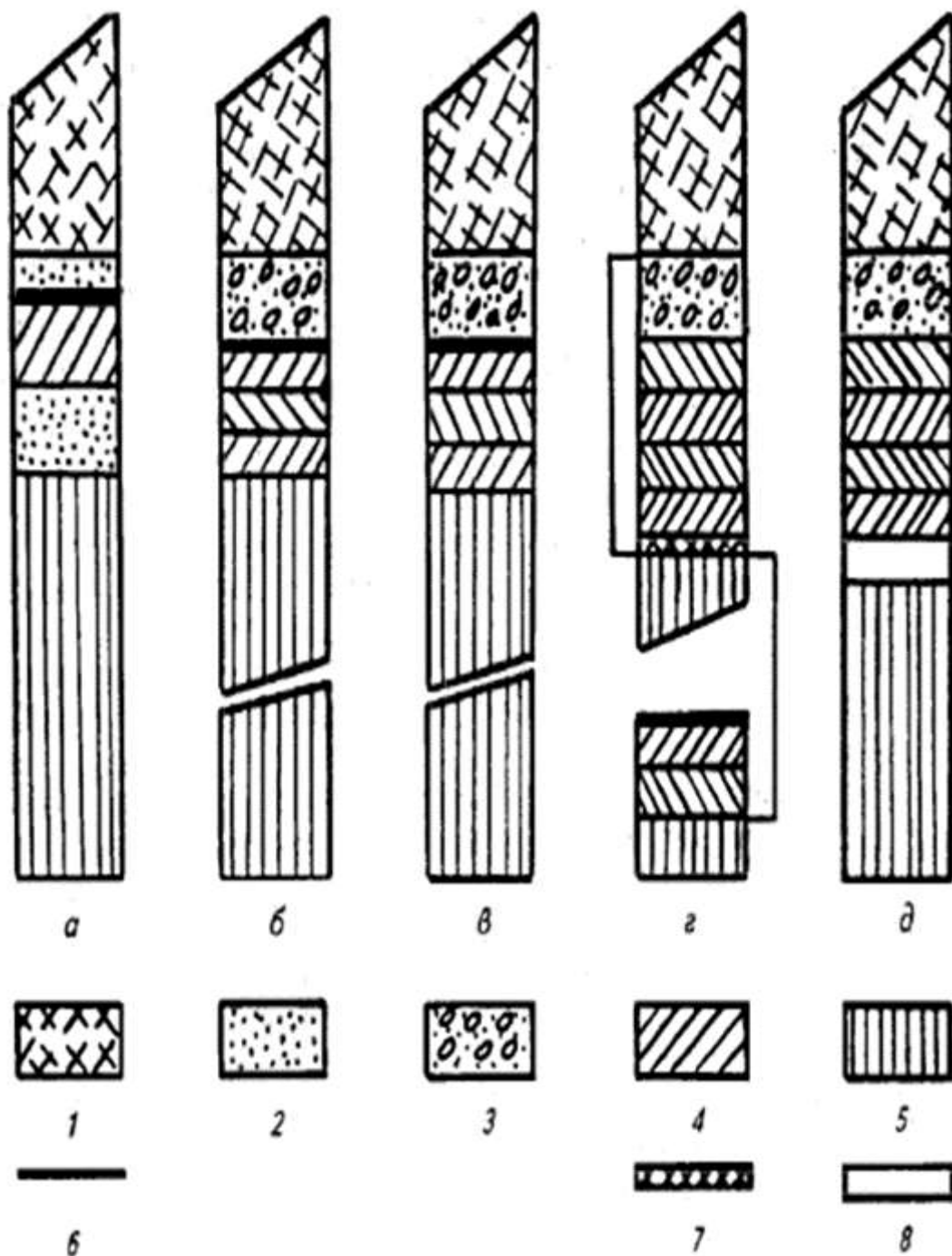


Рис. 6.10. Захисні системи (екрани) для підшв полігонів, що застосовуються в різних країнах: а – Голандії; б – Австрії; в – Німеччині; г – Швейцарії; д – запропоновані ЄС; 1 – сміття; 2 – піщаний фільтр ( $h = 0, 1$  м); 3 – гравійний фільтр ( $h = 0,2-0,3$  м); 4 – глиняний екран ( $h = 0,2 - 0,25$  м); 5 – основа (мін 2–5 м); 6 – гідроізоляційний рулонний синтетичний екран ( $h = 2-4$  мм); 7 – асфальтовий екран ( $h = 0,07$  м); 8 – альтернатива (синтетичний, асфальтовий, геокомпозитний або силікатний шар).



Конструкція захисних екранів – це комбінація ізоляційних і фільтруючих елементів, що дозволяють збирати і відводити конденсат, а також забезпечувати ізоляцію тіла полігону від підживлення ґрунтовими водами і атмосферними опадами шляхом відведення їх в дренажну мережу. Захисні екрани виготовляють з комбінації природних матеріалів (піску, гравію, щебеню, глини, бентоніту і їх сумішей) в поєднанні з геосинтетичними матеріалами (синтетичної рулонної ізоляцією, геотекстиль, бітовими матами та іншими геокомпозитами).

Схеми захисних екранів, що застосовуються в полігонобудівництві ряду європейських країн, наведені на рис. 6.10. При заглибленні днища полігону нижче природної поверхні землі підшву його розташовують на 0,5 – 1 м вище рівня ґрунтових вод. Після завершення будівництва полігону настає період його експлуатації, що полягає в проведенні робіт щодо його заповнення відходами, які відсипають в організованому порядку пошарово. Товщину їх зазвичай приймають від 2 до 2,5 м кожен. У зв'язку з цим відсипаючі шари відходів максимально ущільнюють ґрунтоущільнюючими катками, а в кінці робочого дня їх ізолюють шаром мінерального ґрунту. Охорона атмосфери на вітчизняних і зарубіжних полігонах в процесі їх експлуатації в основному забезпечується за рахунок регулярної проміжної ізоляції кожного шару відходів ґрунтом товщиною 0,15–0,25 м. Виконувана проміжна ізоляція складованих відходів знижує органолептичні, загальносанітарні і міграційно–повітряні показники надходження шкідливих речовин з поверхні відходів в атмосферу з пилом, випарами і газами до значень ГДК в межах полігонів. ГДК основних токсичних речовин ТПВ в атмосферному повітрі в місцях знешкодження і захоронення відходів представлені в табл. 6.3.

З огляду на недостатню міцність при щільності відходів до 8 т/м<sup>3</sup>, покладених в тіло полігону, при формуванні високопотужних полігонів з метою забезпечення загальної їх стійкості перед заповненням відходами кожного ярусу по їх периметру попередньо відсипають дамби обвалування з

мінерального ґрунту. Полігон формують у формі відвалу з крутизною зовнішніх відкосів не менше  $m = 2-4$  і облаштуванням на них берм шириною не менше 3 м через кожні 5–10 м на висоту полігону. Схема формування полігону ТПВ, що забезпечує найменш шкідливий негативний вплив на навколишнє середовище, показана на рисунку 6.11.

Таблиця 6.3

### МДК основних токсичних речовин ТПВ в атмосферному повітрі

Речовина	Максимальна разова доза МДК, мг/м <sup>3</sup>	Середньодобова доза МДК, мг/м <sup>3</sup>
Бензин (в перерахунку на CO <sub>2</sub> )	5	1,5
Оксид азоту	0,4	0,06
Оксид вуглецю	5	3
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Ртуть металічна	–	0,0003
Сірководень	0,008	–

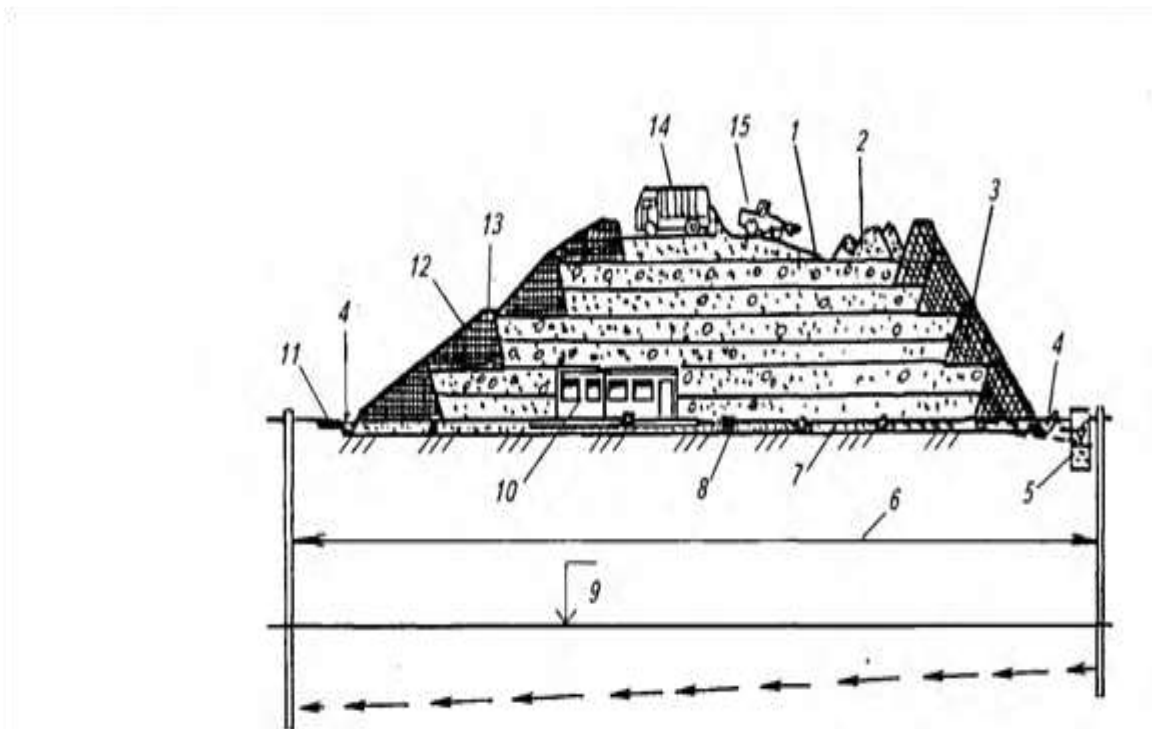


Рис. 6.11. Формування полігону із знешкодження і захоронення ТПВ: 1 – ТПВ, захоронені в тіло полігону; 2 – мінеральний ґрунт для облаштування поярусної проміжної санітарної ізоляції відходів; 3, 12 – дамби обвалювання, що виконуються з мінерального ґрунту; 4 – водовідвідна канава; 5 – ємкість для збору фільтрату; 6 – спостережні свердловини; 7 – пластовий дренаж; 8 – дрени; 9 – УГВ (стрілками вказано напрямок руху ґрунтових вод); 10 – вагова для зважування машин; 11 – автомобільна дорога; 13 – берми; 14 – сміттевоз; 15 – ґрунтоущільнююча машина.

Після заповнення полігону до проектних відміток верхній ярус перекривають захисним екраном, що виконуються в тій же технологічній послідовності, що і за покриття верху звалищного ґрунту на несанкціонованих звалищах. Один з варіантів влаштування захисту та ізоляції поверхні полігону, що застосовуються в Західній Європі, показаний на рис. 6.11.

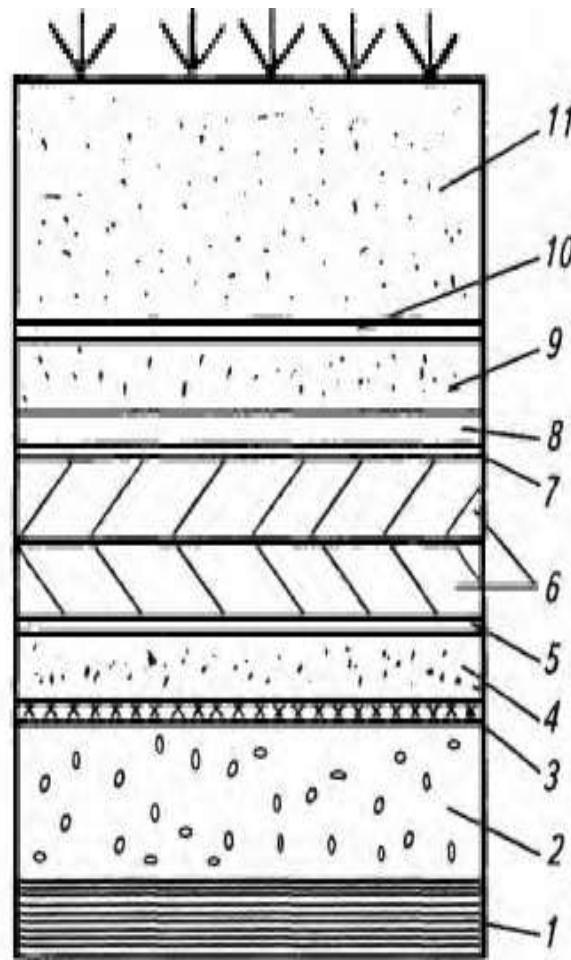


Рис. 6.11. Схема облаштування захисно-ізоляційного шару на поверхні полігону: 1 – верхній шар звалищного ґрунту полігону; 2 – вирівнюючий шар; 3 – геотекстиль як вирівнюючий елемент; 4 – шар газового дренажу не менше  $h = 0,3$  м; 5 – геосинтетичний матеріал як розділовий або армуючий елемент; 6 – ущільнений глинистий ґрунт, що укладається пошарово на  $h = 0,25$  м; 7 – синтетичний рулонний гідрогазоізоляційний матеріал; 8 – геотекстиль (нетканий синтетичний матеріал) як захисна система для синтетичної гідрогазоізоляції; 9 – дренажний шар  $h = 0,3$  м і більше, діаметр часточок – 16 – 32 мм; 10 – геотекстиль як фільтр і розділюючий шар; 11 – шар потенційно-родючого ґрунту  $h = 0,6$ –1 м.

Характеристика захисно-ізолюючого шару, що використовується при рекультивації поверхні полігону, для умов європейської частини залежно від виду подальшого використання ділянки закритого полігону приведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

**Характеристика ізолюючого шару рекультивації полігону ТПВ**

Види використання ділянки полігону після закриття	Шар ізолюючого ґрунту, м	Період витримки ділянки між закриттям і використанням, років	Примітка
Лісгосподарське	0,25	1	0,25 м потенційно родючий шар ґрунту
Зони відпочинку, лижні гірки, стадіони, спортивні майданчики і автостоянки без дренажу і підземних комунікацій	0,6–1	1	0,4–0,8 м умовно чистий мінеральний ґрунт, 0,2–1 м родючий шар ґрунту
Луги і рілля	1	3	0,2 м верхній культурний шар ґрунту
Городні культури: овочі, ягоди	0,6	15	0,4 м потенційно родючий шар, 0,2 м родючого шару ґрунту
Фруктові сади	1	15	0,4 м потенційно родючий шар, 0,2 м родючого шару ґрунту
Відкриті склади палива, матеріалів і тари нехарчового призначення	1,5	3	0,8 м потенційно родючий шар, 0,2 м родючий шар ґрунту

Після завершення технічного етапу рекультивації переходять до біологічного.

**Біологічний етап рекультивації сміттєзвалищ і полігонів ТПВ.** Щоб запобігти змиву ґрунту, поліпшити умови освоєння, прикрасити зовнішній вигляд зформованого ландшафту і зменшити просочування води в тіло звалища або полігону, їх поверхню озеленюють.

Вирішуючи питання вирощування рослин на забруднених і поступово забруднюючихся поліюантами територіях необхідно керуватися наступним: при рекультивації та озелененні необхідно підбирати найбільш толерантні до

конкретного забруднення види декоративних рослин, здатні досить добре виростати в екстремальних умовах атмосферного і ґрунтового забруднень і виконувати при цьому фітогігієнічну роль; при вирощуванні культур важливо не тільки підібрати стійкі до забруднення види рослин, але здатні по можливості очищати ґрунт від забруднюючих речовин, таких як фітомеліоранти. Після нанесення поверхневого шару і проведення комплексу агротехнічних робіт сіють фітомеліоранти в основному в чотири етапи:

- перший: висаджування рослин-фітомеліорантів, здатних виносити з ґрунту забруднюючі речовини. Використовують тимофіївку лучну, пирій безкорневищний, тонконіг лучний, стоколос безостий, кострицю червону, конюшину білу;

- другий: висаджування дерноутворюючих трав. Травосуміш складається з двох-трьох компонентів і більше. Підбір для травосуміші повинен забезпечувати добре ззадерніння рекультивованого звалища або полігону;

- третій: підбір асортименту трав, деревних і чагарникових видів, здатних рости на забруднених ґрунтах, і їх висаджування;

- четвертий: підбір асортименту деревних і чагарникових видів для паркових насаджень, стійких до забруднення навколишнього середовища в умовах міста. Озеленення подібних територій не закінчується висаджуванням рослин, а представляє собою тривалий (2–5 років) і трудомісткий процес, що вимагає регулярного догляду за рослинністю. Трави, які використовуються для рекультивації, повинні бути апробованих сортів і місцевих популяцій. Рослини, що висаджуються повинні швидко акліматизуватися, володіти стійкістю до несприятливих умов мікроклімату і негативним фізичним і хімічним властивостям ґрунту, мати сильно розвинену кореневу систему, мати здатність до симбіозу з мікроорганізмами. Рекомендований склад трав і норми їх висіву з метою попередньої детоксикації наведені нижче.

**Склад трав і норми їх висіву для попередньої детоксикації**

Вид трави	Норма висіву, кг/га	Вид трави	Норма висіву, кг/га
Тимофіївка лучна	25	Пирій безкореневищний	30
Костриця лучна	35		
Тонконіг лучний	25	Райграс пасовищний	30
Лисохвіст лучний	30	Люцерна посівна	20
Костриця червона	35	Конюшина червона	20
Грястиця збірна	35	Буркун жовтий	30
Стоколос безостий	35	Еспарцет пісчаний	120
Пирій сизий	30	Житняк гребінчастий	
Мітлиця біла	15	Райграс високий	36

**Види дерновоутворюючих трав і норми висіву насіння**

Вид трави	Норма висіву, кг/га	Вид трави	Норма висіву, кг/га
Конюшина біла	10–12	Пирій повзучий	38
Конюшина червона	19–20	Костриця червона	28–31
Пирій сизий	35–38	Костриця лучна	29–31
Буркун	30–31	Райграс пасовищний	31–35
Люцерна жовта	15–18	Тимофіївка лучна	15–18
Еспарцет пісчаний	75	Тонконіг лучний	19–25
Грястиця збірна	18–19	Мітлиця біла	14–19
Житняк гребінчастий	23–25		

Під час посіву травосуміші з двох компонентів норму висіву знижують на 35 %, при посіві трикомпонентної травосуміші – на 50% норми висіву кожного виду трав.

Під час формування паркових насаджень рекомендують такі деревних і чагарникових рослини залежно від якості ґрунту рекультивованого об'єкту:

– на потенційно родючих ґрунтах відновлювальної ділянки: деревні рослини: береза повисла, сосна звичайна, тополя, клен татарський і польовий, верба козяча, липа серцелиста, горобина; чагарники – смородина золотиста, спірея калинолиста, шипшина, свидина, вільха сіра, акація жовта, маслинка вузьколиста, жимолость татарська, обліпіха звичайна;

– на ґрунтах із значною залишковою токсичністю: деревні рослини: вільха сіра, береза повисла, тополь, клен татарський; чагарники: вишня степова, смородина золотиста, акація жовта, спірея калинолиста, жимолость татарська, маслинка вузьколиста;

– на слаботоксичних, але сильнокислотних ґрунтах: деревні рослини: сосна звичайна, береза повисла, клен, тополя, вільха сіра; чагарники: акація жовта, маслинка вузьколиста, жимолость татарська, спірея калинолиста, смородина золотиста.

У міжряддях рекомендують проводити стрічковий посів бобових, наприклад, люпину і буркуну. При формуванні екологічно стійких зелених насаджень рекомендують створювати змішані паркові культури в наступному співвідношенні: головні види – до 60 %, супутні – до 20 %, чагарники – до 20 %.

Виключивши джерела подальшого забруднення ґрунту, проводячи реабілітацію земель і займаючи ділянки культурами, стійкими до забруднюючих речовин, і культурами-меліорантами, можна поступово знизити вміст забруднюючих речовин у ґрунті за рахунок природних процесів самоочищення в результаті виносу елементів рослинами та вимивання їх за межі кореневого шару ґрунту. Для проведення робіт з фітамеліорації потрібні трактор Т-130 з навісним обладнанням, сівалки, водоналивний каток. Категорично забороняється вживати в харчових і кормових цілях продукцію, що вирощується на забрудненому ґрунті, до закінчення рекультивації.

## РОЗДІЛ 7

### РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ПІДЗЕМНИМИ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ

Під час видобутку корисних копалин землі порушуються не тільки за рахунок створення на них породних відвалів, шлакосховищ і хвостосховищ, а й утворення внаслідок підземної розробки родовища негативних форм рельєфу земної поверхні у вигляді провалів, прогинів, воронок, поглиблень рельєфу і т. п. Під час розробки крутопадаючих (понад  $45^{\circ}$ ) штокотворних покладів з обваленням покрівлі утворюються кільцеві провали; пластових покладів середньої і великої потужності (більше 1,5 м) крутого падіння – каньйоноподібні провали, а при розробці пластових покладів при горизонтальному і пологому (до  $27^{\circ}$ ) заляганні пластів – улоговинні провали. Кільцеві і каньйоноподібні провалля досягають 5–15 м глибини, котлованні – 1,5–5 м. Під час розробки пластових покладів малої і середньої потужності горизонтального і хвилястого залягання пологого падіння з обваленням покрівлі утворюються западини глибиною до 1,5 м. Ліквідують негативні форми рельєфу засипанням понижень, які утворилися з проведенням комплексу планувальних робіт.

Для засипання понижень використовують пухкі відкладення, корінні породи, здобуті в спеціальних кар'єрах або отримані при розкривних роботах, а також видалені з шахт породи. Технологію засипання понижень земної поверхні і вирівнювання рельєфу виконують для кожного конкретного випадку окремо залежно від використовуваного матеріалу.

Засипаючи провалля породами в якості засобів механізації використовують бульдозери, які розробляють породи і транспортують їх на відстань до 80–100 м. На великих відстанях застосовують причіпні або самохідні скрепери. Засипання привозними матеріалами для навантаження порід проводять екскаваторами, а доставляють їх до місця засипання –



автомобільним транспортом. Засипання проводять пошарово, а доставлений матеріал на місцях відсипання розрівнюють бульдозерами.

Під час заповнення проваль гірською породою, яка виділяється з шахт та іншими матеріалами, схильними до самозаймання, необхідно укласти їх, дотримуючись правил протипожежної безпеки, прийнятих в гірничодобувній промисловості. Під час заповнення проваль, які утворилися внаслідок підземної розробки негативних форм рельєфу земної поверхні гірськими породами слід також враховувати їх хімічні властивості. Породи, що володіють фітотоксичними властивостями, засипають в нижню частину провалів з подальшим перекриттям їх потенційно родючими породами потужністю не менше 2,0–2,5 м. За глибини проваль менше 2 м засипання їх непридатними для біологічної рекультивациі за хімічним складом (токсичними) породами допускається тільки з проведенням робіт з корінної хімічної меліорації засипаючих порід і обов'язковим їх перекриттям потенційно родючими породами потужністю не менше 0,5 м.

Для запобігання заболочування рекультивованих поверхонь при виконанні планувальних робіт необхідно надавати їм схил у бік боліт, річок або струмків з метою рівномірного розподілу поверхневих вод по площі і відведення їх в понижені місця. При опусканні земної поверхні за рахунок підробітку земель в процесі проведення гірничих робіт можливі випадки їх затоплення, викликані підйомом рівня ґрунтових вод.

Залежно від гідрогеологічного і гідрохімічного режимів ґрунтових вод, а також з урахуванням фізико-хімічних, мінералогічних, агрохімічних і агрофізичних показників гірських порід, які використовуються для засипання понижень рельєфу, можливо попереднє осушення рекультивованого об'єкту, або використання його в якості водойми, призначеного для акумуляції паводкових вод і подальшого використання його для зрошення або технічних потреб самого гірничодобувного підприємства.

Влаштування вертикального дренажу для пониження рівня ґрунтових вод як одного з можливих варіантів показано на рис. 7.1.

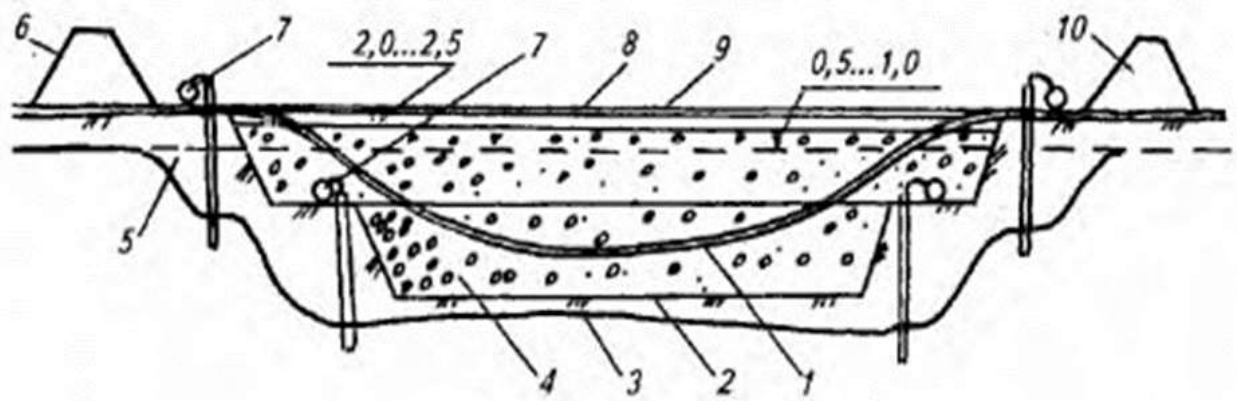


Рис. 7.1. Схема рекультивації глибокого провалу засипанням гірською породою, м: 1, 2 – форми провалу до рекультивації і після його доопрацювання з метою вилучення родючого шару ґрунту і потенційно родючого ґрунту; 3 – положення депресійної кривої в процесі підтримки провалу в осушувальному стані; 4 – засипання гірською породою; 5 – рівень ґрунтових вод до відкачування; 6 – тимчасовий відвал потенційно родючого ґрунту; 7 – легкі голчато-фільтрувальні установки; 8 – потенційно родючий шар ґрунту; 9 – родючий шар ґрунту; 10 – тимчасовий відвал родючого ґрунту.

На незначних глибинах затоплюваних ділянок їх осушують підсипанням шаром шахтної породи або іншими матеріалами, що перевищують шар води на 0,5–1,0 м, з подальшим покриттям шаром потенційно-родючих порід і родючим ґрунтовим шаром для подальшого біологічного освоєння території.

Рекультивація незатоплених, незаболочених і неглибоких (до 5–6 м), але значних за площею провалів, прогинів включає наступний склад будівельних робіт. На початку виконання планувальних робіт з рекультивації поверхні знімають родючий шар ґрунту і складують його в тимчасовий відвал, якого розташовують на непорушеній ділянці поверхні. В необхідних випадках влаштовують з'їзди (виїзди) у провал, що забезпечують рух транспортних засобів. Завезену транспортними засобами (в основному самоскидами) гірську масу відсипають в провал пошарово (товщиною до 1 м), ущільнюючи кожен шар катками.

Під час заповнення провалу непридатними для біологічної рекультивації породами після завершення розрівнювальних робіт покладену

гірську масу перекривають спочатку шаром потенційно родючих порід, а потім родючим шаром ґрунту. У разі використання для розрівнювальних робіт перегорілої шахтної породи її покривають глинистими породами шаром 0,25–0,3 м з ущільненням котками або попутними проходами бульдозером з метою профілактики самозаймання і створення штучного водонапору. Потім наносять родючий шар ґрунту.

Рекультивация порушених земель, обводнених або заболочених в результаті осідання земної поверхні, включає роботи з попереднього їх осушення. Для цього спочатку будують осушувальну систему відкритого або закритого дренажу з метою відведення надлишкових вод з рекультивованої території. Як водоприймачі в таких випадках можуть слугувати природні або штучні водойми і водотоки. Далі з поверхні осушеної території знімають спочатку родючий шар ґрунту і переміщують його в тимчасовий відвал, а потім шар потенційно родючого ґрунту і також переміщують його в тимчасовий відвал. Після цього проводять капітальне планування порушеною територією з пошаровим засипанням негативних форм рельєфу шахтної породою, що доставляється з породних відвалів. На поверхню шахтної породи насипають шар потенційно родючого ґрунту, а потім наносять шар родючого ґрунту з рівномірним розподілом його на всю площу.

Досить часто в місцях видобутку корисних копалин підземним способом на поверхні шахтного поля залишаються невеликі (за розмірами) породні відвали. Відновлюють порушену поверхню в таких випадках в наступній послідовності. Спочатку вибирають ділянку непорушеної поверхні під резерв поблизу породного відвалу. При цьому місце під резерв переважно відводять в понижених рельєфах місцевості (рис. 7.2).

Далі з відведеної під резерв поверхні знімають родючий шар ґрунту і складають в тимчасовий відвал, потім вибирають шар потенційно родючих порід і також переміщують в тимчасовий відвал. В утворену виїмку з породного відвалу переміщують гірську масу і розрівнюють її бульдозером. Після цього на вирівняну поверхню заповненого резерву наносять шар

потенційно родючі породи, що забирається з тимчасового відвалу, а потім родючий шар ґрунту з подальшим плануванням.

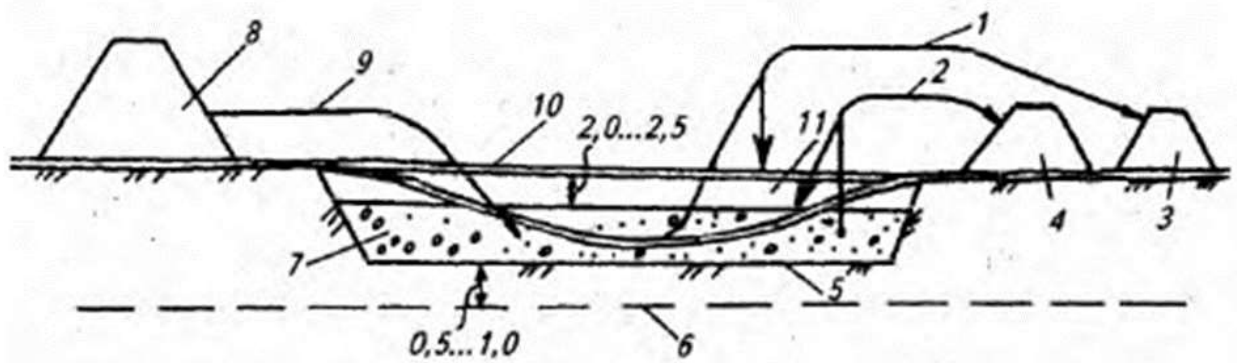


Рис. 7.2. Схема рекультивції порушених земель невеликими породними відвалами: 1, 2, 9 – напрям перемещень родючого шару ґрунту, потенційно родючого шару ґрунту, породи відповідно; 3, 4 – тимчасові відвали відповідно родючого і потенційно родючого ґрунтів; 5 – проектний перетин резерву; 6 – межа потенційно родючого ґрунту; 7 – засипання резерву гірничою масою з родючого відвалу; 8 – породний відвал; 10 – шар родючого ґрунту; 11 – шар потенційно родючого ґрунту.

Далі з відведеної під резерв поверхні знімають родючий шар ґрунту і складають в тимчасовий відвал, потім вибирають шар потенційно родючих порід і також переміщують в тимчасовий відвал. В утворену виїмку з породного відвалу переміщують гірську масу і розрівнюють її бульдозером. Після цього на вирівняну поверхню заповненого резерву наносять шар потенційно родючої породи, яка забирається з тимчасового відвалу, а потім родючий шар ґрунту з подальшим плануванням.

Для ліквідації незначних порушень поверхні внаслідок влаштування котлованів для приготування замульовального матеріалу, використовуваного для пожежогасіння, і інших незначних за розмірами виїмок за відсутності в безпосередній близькості джерел гірської маси для їх заповнення використовують ґрунт, що забирається з резервів, з виконанням робіт в такій послідовності (рис. 7.3).

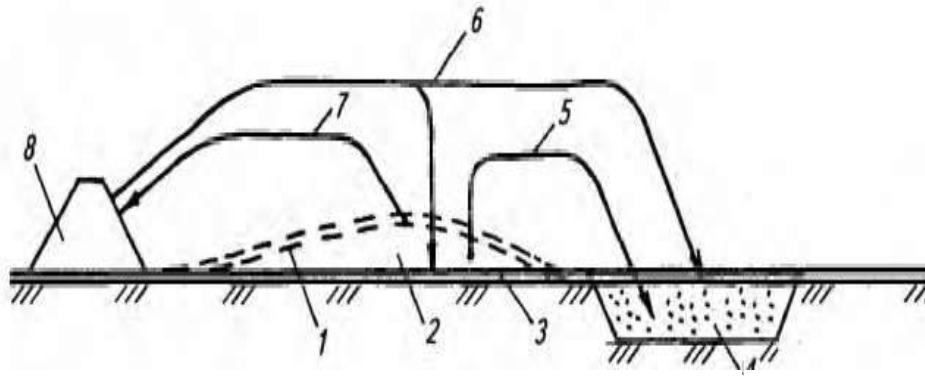


Рис. 7.3. Схема рекультивациі при влаштуванні котлованів, кар'єрів та інших незначних за розмірами виїмок: 1 – родючий шар ґрунту; 2 – потенційно родючий ґрунт; 3 – положення родючого шару ґрунту після виконання планувальних робіт; 4 – замулений кар'єр; 5 – напрямок переміщення потенційно родючого ґрунту; 6, 7 – напрямки переміщення родючого ґрунту; 8 – тимчасовий відвал родючого ґрунту.

Спочатку вибирають місце резерву, яке розташовується на піднесеному ділянці рельєфу місцевості. Далі з площі резерву знімають родючий шар ґрунту і переміщують в тимчасовий відвал, що знаходиться поза площею резерву. Потім з резерву вибирають шар потенційно родючого ґрунту і переміщують його для заповнення порушеного простору. За відстані транспортування до 80–100 м застосовують бульдозери, понад 100 м – скрепери. Після переміщення і заповнення ґрунтом порушеного простору і його розрівнювання наносять шар родючого ґрунту, частково забирається з тимчасового відвалу. Родючим ґрунтом, який залишився покривають місце резерву.

На завершення робіт з рекультивациі земель, порушених при підземних гірничих роботах, з'являється можливість їх використання під сінокоси, ріллю, багаторічні насадження, лісонасадження з задерненою ділянкою природозахисного призначення.

## РОЗДІЛ 8

### ВИМОГИ ДО РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ БУДІВНИЦТВОМ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ ЛІНІЙНИХ СПОРУД

Магістральні трубопроводи і відводи від них, залізничні й автомобільні дороги, канали відносять до так званих лінійних споруд. Будівництво та експлуатація лінійних споруд роблять значний вплив на стан навколишнього середовища. Пошкоджуючи або руйнуючи природні елементи ландшафту, а отже, порушуючи рівновагу в природі, будівництво лінійних споруд негативно позначається на стані природного ландшафту. Як приклад подібного втручання в природу можуть слугувати розчленовування лісових масивів, порушення режимів руху ґрунтових вод, руйнування місць проживання і відсікання шляхів міграції тварин, погіршення мікроклімату.

Під час будівництва, реконструкції та експлуатації лінійних споруд відбувається порушення земель головним чином за рахунок влаштування виїмок і насипів. Характерні елементи порушених земель за формою рельєфу при будівництві лінійних споруд показані на рисунку 8.1.

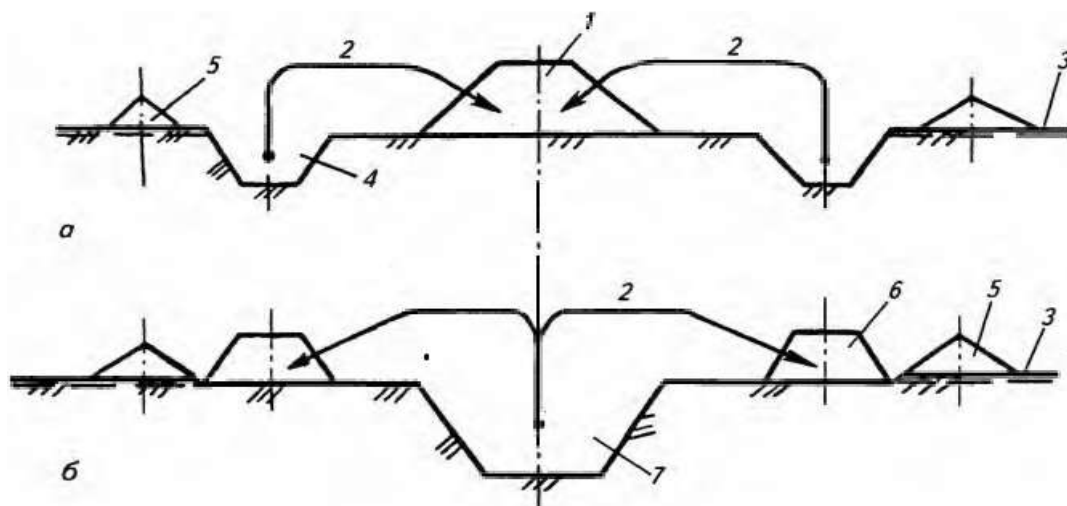


Рис. 8.1. Елементи порушених земель за формою рельєфу: а – насипу; б – виїмки; 1 – насипна частина лінійної споруди; 2 – напрямок переміщення ґрунту; 3 – шар родючого ґрунту; 4 – резерв; 5 – кавальєри родючого ґрунту; 6 – кавальєри мінерального ґрунту; 7 – частина лінійної споруди, розташованої у виїмці.

Землі, порушені під час будівництва лінійних споруд, характеризуються за формою рельєфу як резерви, канали, кювети, кавальєри або дамби. Фактором, що обумовлює формування техногенного рельєфу, слугує підняття гірських порід для спорудження насипів, будівництво водоуловлюючих або водовідвідних споруд, а також будівництво гідротехнічних споруд та складування надлишкового обсягу гірських порід, що видаляються з виїмок.

Морфологічна характеристика рельєфу порушених земель характеризується висотним становищем виїмок або насипів щодо природної поверхні і закладенням утворених відкосів. Як показує практика будівництва лінійних споруд, глибина влаштування резервів досягає 5–10 м із закладенням відкосів  $m = 1$ , каналів і кюветів – до 5 м із закладенням відкосів  $t = 2$  і більше. Кавальєри і дамби влаштовують висотою до 15 м із закладенням укосів  $m = 2$  і більше. Роботи з рекультивациі земельних ділянок, зайнятих сільськогосподарськими або лісовими угіддями, призначених під будівництво або реконструкцію діючих лінійних споруд, включають в загальний комплекс будівельно-монтажних робіт, і вони повинні забезпечувати відновлення родючості земель. Тому набір робіт з рекультивациі залежить від можливих видів подальшого використання порушених земель.

Зневоднені резерви, наприклад, можна використовувати під водойми природоохоронного призначення або для зрошення і рибальства; сухі – під сінокоси і пасовища або лісонасадження і задерновані ділянки природоохоронного призначення; обводнені канали і к'ювети – під водойми природоохоронного призначення. Поверхні насипних кавальєрів і дамб можна використовувати під лісонасадження і задерновані ділянки природоохоронного призначення.

Перед початком будівництва лінійних споруд знімають родючий шар ґрунту і переміщують його в тимчасові відвали, що розташовуються уздовж

будівельної смуги. Після закінчення будівельних та планувальних робіт родючий ґрунт використовують для рекультивації.

На технічному етапі рекультивації земель після будівництва магістральних трубопроводів, транспортних комунікацій і каналів проводять такі роботи: прибирають будівельне сміття, розбирають всі тимчасові споруди і облаштування, видаляють відвали за межі будівельної смуги; виконують засипання траншей трубопроводів ґрунтом з утворенням валу, що забезпечує рівну поверхню після самоущільнення ґрунту.

Надлишковий ґрунт розрівнюють рівномірним шаром на рекультивованій площі або вивозять в спеціально відведені місця, зазначені в проєкті; планують відкоси кавальєрів, насипів та виїмок, для чого використовують автогрейдери, бульдозери та екскаватори, обладнані ковшем-планувальником, та інші будівельні і меліоративні машини; засипають ґрунтом вибоїни і ями, а потім виконують загальне планування території; проводять заходи щодо запобігання ерозійних процесів; наносять родючий шар ґрунту на всю рекультивовану площу.

Під час будівництва магістральних трубопроводів на землях, зайнятих лісовими угіддями, рекультивація полягає в засипанні траншей і ям, загальному розрівнюванню смуги відведення, прибирання будівельного сміття, в задернінні поверхні посівом трав. Відновлення деревної і чагарникової рослинності в смузі відводу під будівництво трубопроводу не допускається через труднощі, які виникають в процесі його експлуатації. Приклади озеленення схилів виїмок і насипів у будівництві деяких лінійно-протяжних споруд показані на рис. 8.2 і 8.3.

Під час залуження відкосів посівом трав, після їх висіву бажано відкоси вкривати тканим матеріалом, наприклад, мішковиною, щоб виключити змив ґрунту і насіння дощовими потоками або за поливань, до їх проростання і утворення кореневої системи.



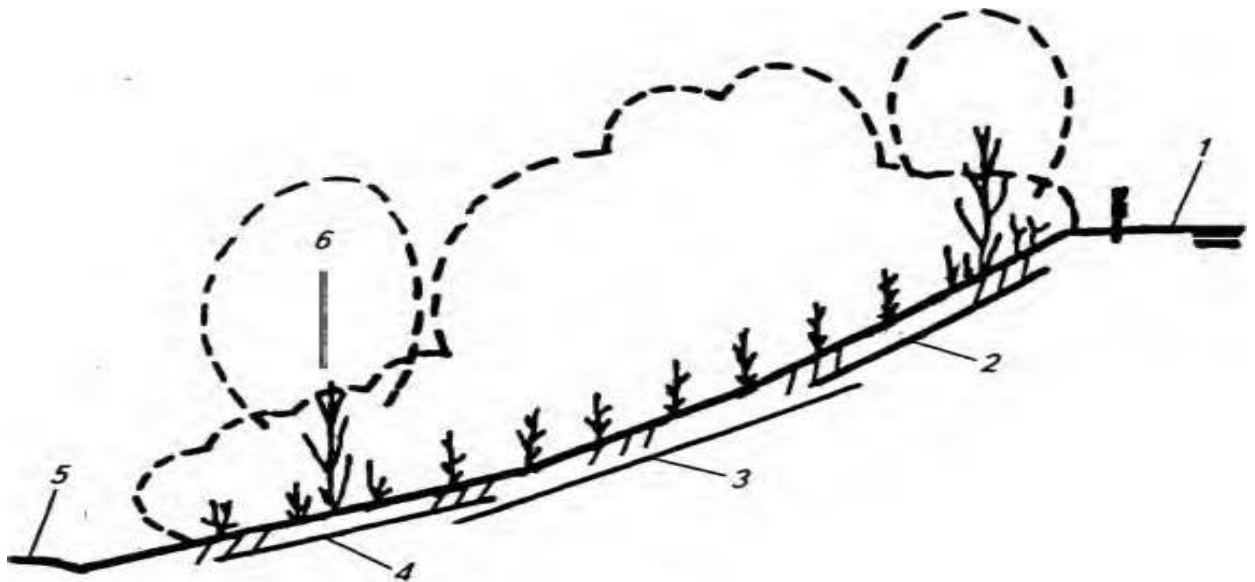


Рис. 8.2. Озелення протяжних схилів виїмок: 1 – дорожнє полотно; 2 – залуження нижньої зони схилу посівами трав; 3 – висаджування садженців великих рослин (високостовбурні дерева, висаджені групами з метою захисту схилу); 4 – верхній край висаджування (1–2 ряди чагарнику); 5 – середня зона схилу (посаджування дерев 1-ї і 2-ї величини і трохи чагарнику); 6 – нижній край посадки (3 – 5 рядів чагарнику і трохи дерев 2-ї величини).

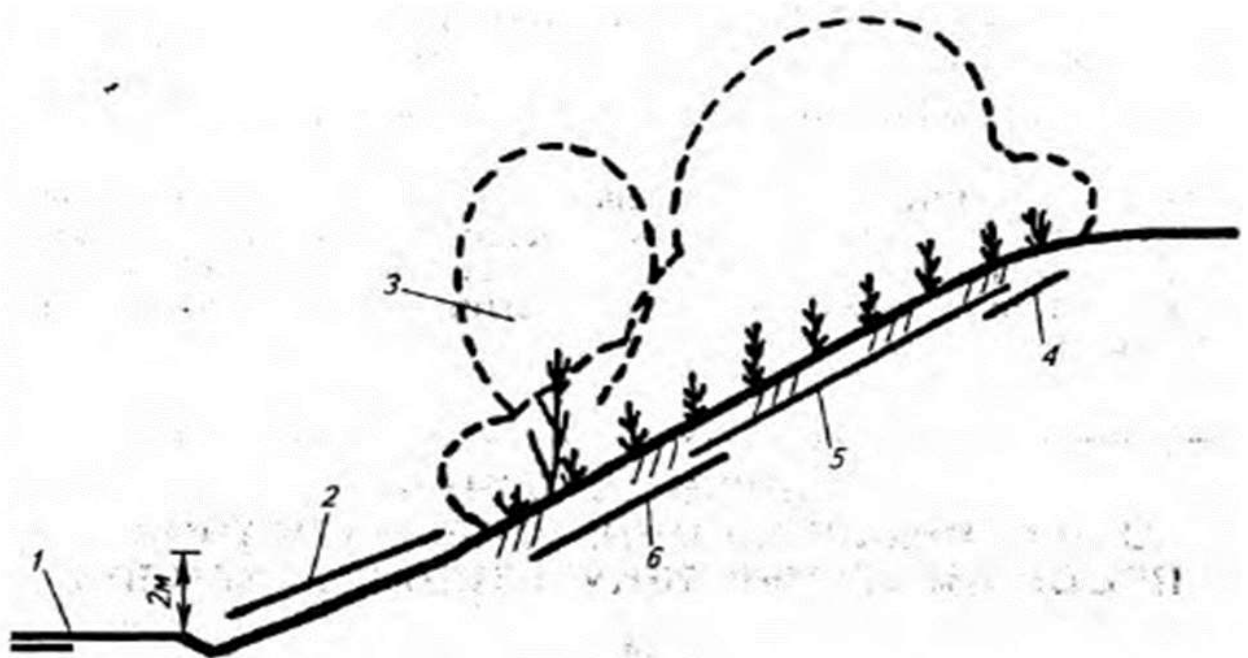


Рис. 8.3. Озелення протяжних схилів насипів: 1 – дорожнє полотно; 2 – верхня зона посадки (3–5 рядів чагарнику і трохи дерев 2-ї величини); 3 – середня зона схилу (висаджування саджанців дерев 1-ї і 2-ї величини і трохи чагарнику); 4 – нижній край посадки (3–5 рядів чагарнику і трохи дерев 2-ї величини); 5 – рілля; 6 – посадка саджанців високостовбурових дерев групами на галявині з метою захисту і розчленуванню схилу.

Будівництво автомобільних доріг вносить значні зміни у навколишнє середовище. Для запобігання таким змінам під час їх будівництва застосовується комплекс заходів, які наведені у табл. 8.1.

Таблиця 8.1

**Комплекс заходів щодо будівництва доріг**

Будівельний процес	Характер		Основні захисні заходи
	Прямого впливу на середовище	Побічних наслідків	
Розробка кар'єрів для отримання ґрунту, піску, гравію тощо	Зняття родючого шару ґрунту і рослинності. Локальні зміни рельєфу	Виникнення ерозії, зсуви. Порухнення єдності біогеоценозу. Ерозії і дефляція поверхні, перенесення ґрунту.	Рекультивація кар'єрів. Спорудження водойм у кар'єрах. Відновлення ґрунту і рослинного покриву.
Розчищення смуги відведення, зняття родючого шару ґрунту, будівництво земельного полотна.	Видалення рослинності і ґрунту. Зміна рельєфу. Порухнення геоморфології місцевості.	Порухнення біогеоценозу. Процес денудації. Зміна системи стоку.	Комплекс інженерно-геологічних та екологічних заходів. Закріплення відкосів і придорожньої смуги.
Будівництво земельного полотна у піщаних пустелях.	Зміна рівня ґрунтових вод	Осушення або обводнення місцевості.	Будівництво водопропускних споруд.
Будівництво земельного полотна в заболоченій місцевості	Зміна рівня ґрунтових вод. Зміни у системі живлення боліт.	Розчленування біогеоценозу. Денудація. Дефляція. Зміна засоленості ґрунту. Виникнення різних видів ґрунтових і поверхневих вод з кожного боку насипу. Зміна форм біогеоценозу.	

У процесі спорудження автомобільних доріг рекультивацію територій проводять у межах смуги тимчасового відведення і там, де верхні родючі шари ґрунту були пошкоджені або знищені повністю. Це насамперед території, зайняті тимчасовими дорогами, стоянками дорожніх машин у період будівництва, кар'єрами, дорожньо-будівельними матеріалами,

боковими резервами, смугами між земельним полотном і нагірними канавами тощо. Самі споруди оформляють відповідно до їх призначення та архітектурно-технічних вимог.

Якщо в межах дорожньої смуги є будинки й споруди, на них складають креслення з поясненнями, що характеризують їх конструкцію і стан. На сади та посіви сільськогосподарських культур, що увійшли до смуги відведення, складають акти для відшкодування збитків землекористувачам.

Поверхню землі позначають кілками або борозною, яку прокладають автогрейдером.

Ширину земельного полотна визначають за формулою:

$$L_{\text{в}} = \frac{B}{2} + K + Hm + h_{2m};$$

$$L_{\text{м}} = \frac{B}{2} + K + Hm + h_{1m},$$

де  $B$  – ширина дорожнього полотна, м;

$K$  – ширина бічної канави по верху, м;

$H$  – глибина виїмки, м;

$w$  – коефіцієнт закладання укосу;

$h_1$  і  $h_2$  – відстані від горизонтальної лінії до точок виходу укосу на поверхню з нижнього і верхнього боків, м.

Схематично дана формула представлена на рис. 8.4.

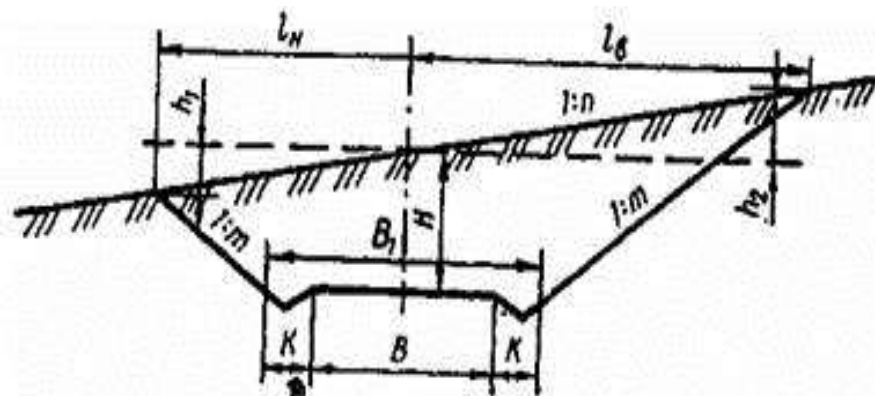


Рис. 8.4. Схема розбивки поперечного профілю дороги на косогорі

Тимчасові відвали ґрунту облаштовують на відстані 4–5 м від межі земельного полотна заввишки не менше 2 м з укосами 1:1,45.

Після спорудження земельного полотна на узбіччя, укоси, резерви наносять шар родючого ґрунту, і поверхню планують дорожніми машинами. Упродовж дальшої підготовки території проводять глибоке безполицеве розпушування ущільненого ґрунту для створення сприятливих умов розвитку кореневої системи рослин.

Земельне полотно вважають готовим до наступного етапу роботи, якщо закінчена рекультивація притрасових резервів, кар'єрів, тимчасових доріг і з'їздів.

На основі аналізу водно-теплого режиму земельного полотна доріг, способів обробітку ґрунту та особливостей росту різних сільськогосподарських культур встановлено наступні категорії рекультивації:

– для забезпечення стійкості верхнього шару ґрунту проти водної ерозії ухил поверхні території після планування не повинен перевищувати 100 ‰. Цей критерій відповідає також умовам кращого зберігання вологи у ґрунті;

– для збереження родючості ґрунту товщина відсипного його родючого шару повинна бути такою ж, як і на основному полі;

– для зручності обробітку ґрунту поверхня притрасових резервів після їх рекультивації повинна відповідати певній рівності, яку оцінюють у поперечному профілі стрілою вгинання. За умови 4-метрової довжини рейки стріла вгинання не повинна перевищувати 0,05 м. Ця величина визначена на основі параметрів сільськогосподарських машин із шириною захоплення до 4 м. Виходячи з цього, поперечний профіль притрасового резерву після рекультивації повинен мати обрис дуги на параболи або параболи, поєднаної з дотичною допустимого ухилу (рис. 8.5).

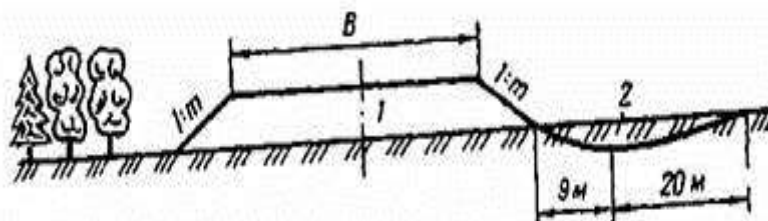


Рис. 8.5. Параболічний профіль притрасового резерву параболічного обрису: 1 – насип; 2 – резерв; 1:m – закладання відкосів; B – ширина земельного полотна.

Частину ґрунту, що складений у купу в процесі рекультивації, використовують для землювання, яке проводять з метою підвищення родючості малопродуктивних земель за наявності таких угідь і можливостей під'їзду до них. Воно буває суцільне, вибіркоче, звичайне і комбіноване.

Суцільне проводять на ділянках із ґрунтами однорідного гранулометричного складу, вибіркоче – на ділянках із вираженим рельєфом. За звичайного землювання ґрунт, що привозять, планують на поверхні місцевого ґрунту без змішування; за комбінованого – із змішуванням за два етапи згідно з передбаченою нормою.

Під час землювання іноді застосовують такі протиерозійні заходи: проводять вологозберігаючий обробіток ґрунту, вирощують ґрунтозахисні культури і трави, регулюють поверхневий стік, засипають промоїни та яри перед нанесенням родючого шару ґрунту.

Процес рекультивації територій більш трудомісткий і тривалий під час спорудження доріг у складних умовах.

У процесі рекультивації притрасових кар'єрів у цій зоні поряд із традиційними способами висівання місцевих видів багаторічних трав (тонконіг, костриця, ситник лучний та ін.) і різнотрав'я (хвощ, кунічник, осока) на торфовому ґрунті ефективним виявляється застосування так званої «живої кришки». Вона являє собою роздроблений верхній шар тундрового покриву, з якого виготовляють мульчу і наносять її гідравлічним способом разом з добривом на сплановану поверхню. Витрати мінеральних добрив становлять близько 100 кг/га (за діючою речовиною). У разі використання такої живої кришки стійкий трав'яний покрив утворюється через 2–3 роки, а без неї – через 4–5 років.

Ще більшої уваги з точки зору рекультивації потребують території, порушені будівництвом доріг в умовах сипучих пісків. Автомобільні дороги в цих умовах бажано трасувати по широких міжрядових пониженнях і найбільш задернованих масивах; напіврозбиті та бархатні масиви піску варто обходити або перетинати у найбільш вузьких місцях. Під час спорудження

доріг у пісках слід уникати глибоких вимоїн і високих насипів, розміщуючи земельне полотно по можливості на рівні з поверхнею землі або в насипах заввишки 0,2–0,3 м. Рекультивація у цих випадках пов'язана із закріпленням верхнього шару ґрунту.

Автомобільні дороги потребують великої кількості кам'янистих матеріалів, які добувають у стаціонарних або тимчасових кар'єрах. Після спорудження дороги або вироблення кар'єру його повністю або частково закривають. Важливим етапом є рекультивація вироблених територій.

Рекультивація кам'яних або піщаних кар'єрів утруднюється внаслідок недостатньої кількості ґрунту для утворення верхнього родючого шару по підшві виробки і на укосах.

## РОЗДІЛ 9

### ПРОТИЕРОЗІЙНІ ЗАХОДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ

Ерозійні процеси – це процеси руйнування поверхонь під дією різних факторів: механічних, термічних, хімічних, сонячної радіації тощо. Стосовно до природного середовища можна виділити два основних види механічної (фізичної) ерозії поверхневого шару землі, в тому числі ґрунтового покриву: водну і вітрову (рис. 9.1).

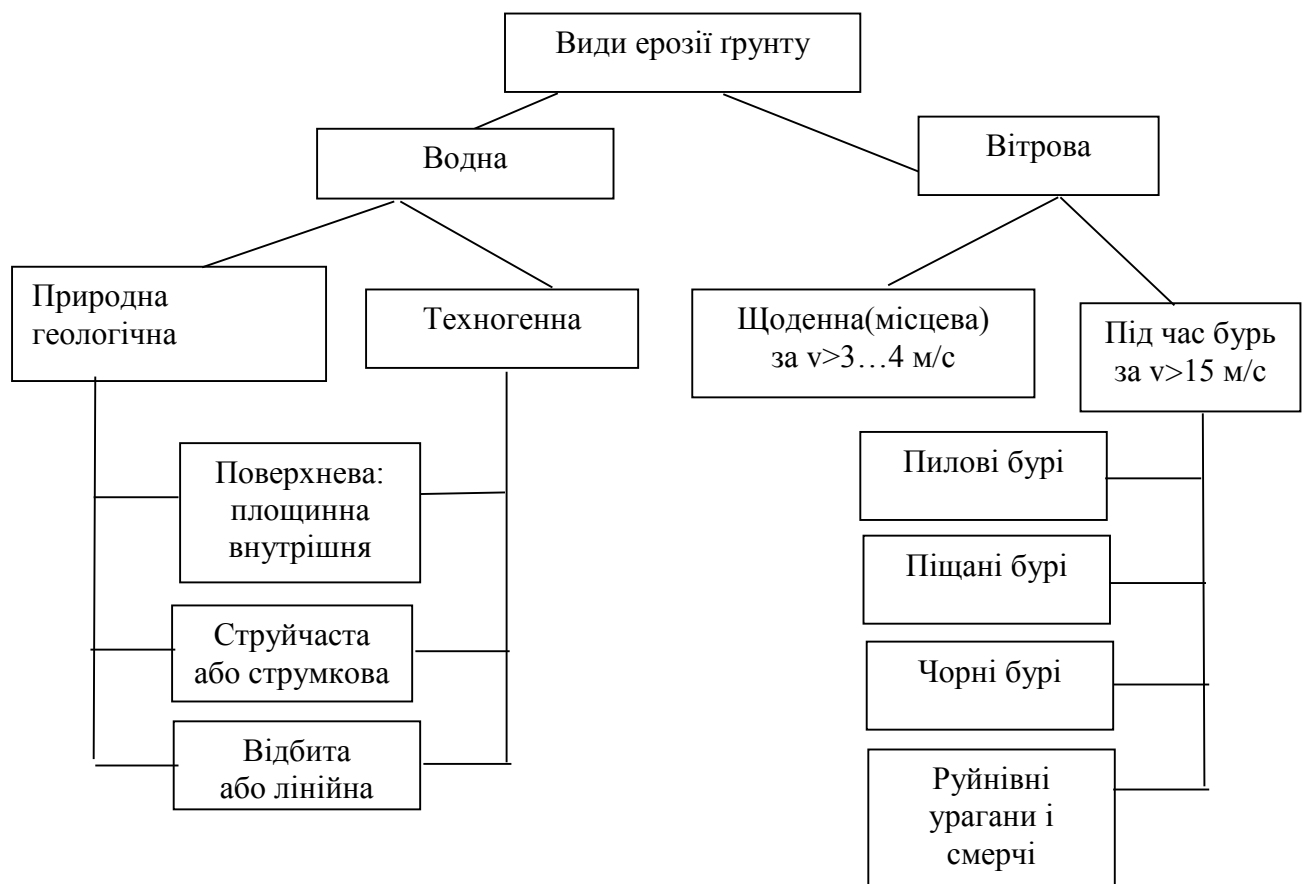


Рис. 9.1. Види ерозії ґрунтів

Розрізняють природну геологічну ерозію, в результаті якої відбувається формування і зміна земної поверхні, і сучасну, прискорену, техногенну ерозію, що розвивається в результаті різних видів діяльності людини в результаті природокористування.

Один з найбільш вразливих природних об'єктів для ерозії – поверхня землі, і, в першу чергу, її ґрунтовий покрив. Ерозійні явища в сучасних умовах відносяться до руйнівних процесів, під дією яких губляться посівні площі, знижується врожайність сільськогосподарських культур, руйнуються рельєф і поверхня облаштованих територій міст, населених пунктів, промислових підприємств, порушуються робота і умови експлуатації інженерних комунікацій, систем і споруд. Залежно від рельєфних і гідрологічних особливостей територій виділяють такі різновиди водних ерозій:

1. Ерозія ґрунтів в лісостепових і степових рівнинних районах: поверхнева, струменева (струмкова), яружна (лінійна).

2. Ерозія в гірських умовах: гірська ерозія, селі (грязьові, грязекам'яні, водокам'яні).

3. Ерозійні процеси на берегах річок, водосховищ, ставків, водойм: руйнування берегів, переробка берегів хвилями, утворення зсувів, відкладення наносів на заплавах, замулення русел.

4. Иригаційна ерозія на зрошуваних землях: площинний змив, наливна ерозія з прилеглих схилів під час випадання зливових опадів і від селів.

Протиерозійні заходи для приведених різновидів водної ерозії в своїй основі мають багато спільного, але в той же час кожне має свою специфіку та особливості його виконання. На відміну від водної вітрової ерозія характерна для районів недостатнього зволоження, з малозв'язними ґрунтами, з різкими коливаннями температур і сильними вітрами на відкритих площах. У ландшафтах, де ґрунту схильні до вітрової ерозії, досить ефективно себе зарекомендували ґрунтозахисні насадження. Надаючи позитивний вплив на мікроклімат приземної зони, ґрунтозахисні насадження сприяють зменшенню швидкості вітру і тим самим забезпечують захист ґрунту, запобігаючи вітровій ерозії. Зменшення швидкості вітру в приземному шарі сприяє також покращенню мікроклімату для проростання рослин. За рахунок ослаблення вітру поліпшується водний режим ґрунту, знижуються втрати води. Крім



того, затишність сприяє утворенню роси. Вітрозахисні насадження позитивно впливають на тепловий режим ґрунту і приземний повітряний простір. Зі зменшенням випаровування підвищується температура ґрунту.

Оптимального захисного ефекту досягають шляхом створення взаємопов'язаної мережі захисних насаджень. Основні смуги захисних насаджень розташовують перпендикулярно пануючому напрямку вітру. Їх з'єднують між собою допоміжними смугами, розміщеними на подвійній відстані один від одного. В результаті утворюються зони, обмежені насадженнями (мікрокліматичні простори), площа кожної з яких повинна бути не менше 10 га. Закладені ґрунтозахисні насадження не повинні бути густими. Найкращий захист прилеглих угідь досягається за 50%-ного продування насадження вітром. У більш густих насадженнях за ними утворюються вихрові потоки, що зменшує зону вітрозахисного ефекту. Ширина вітрозахисної зони при насадженнях, що продуваються вітром наполовину, становить з навітряного боку п'ятикратну, а з підвітряної – двадцятикратну висоту перешкоди. Наприклад, при висоті насаджень 12 м утворюється вітрозахисна зона шириною 60 м з навітряної і 240 м з підвітряної сторін.

Більшого ефекту захисту від вітру досягають у наступному поєднанні дерев і чагарників, що утворюють захисне насадження: дерева 1-ї величини – 10–20%; 2-ї величини – 30–40%; чагарники – 40–60%. У такому поєднанні дерев і чагарників забезпечуються максимальна висота, достатні розрідженість і щільність насаджень. Більш-менш ефективний захист від вітрової ерозії може бути забезпечений, у разі застосування сприятливих агротехнічних технологій або закріплення еродованих ділянок. Найбільш поширені способи захисту земель від вітрової ерозії наведені на рис. 9.2.

Для лісостепової та степової зон надійний протиерозійний захист земель може бути досягнутий за виконання комплексу заходів і робіт на всій водозбірній площі, на берегах гідрографічної яружно-балкової мережі, річок, водосховищ та інших водойм.

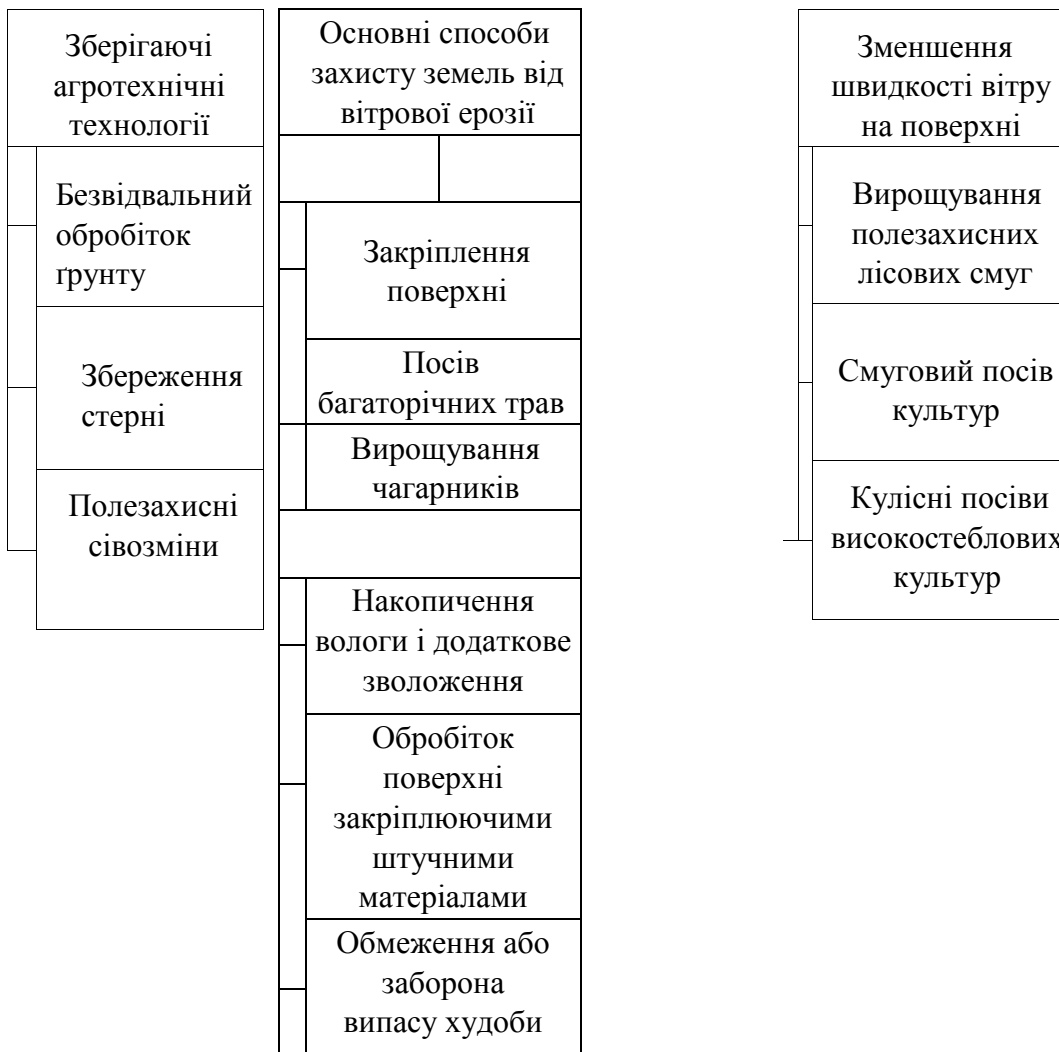


Рис. 9.2. Система заходів щодо захисту ґрунтів і поверхонь від вітрової ерозії

Інтенсивність водної ерозії ґрунтів залежить від багатьох факторів, головними з яких є:

– кліматичні умови, що формують величину і інтенсивність стоку залежно від кількості, інтенсивності і частоти випадання опадів, характеру снігового покриву, інтенсивності танення снігу;

– елементи рельєфу: площа водозбору, розчленованість території, крутизна, форма і довжина схилів, місцевий базис ерозії, що визначають формування, режим і характер поверхневого стоку, розподіл стоку на поверхні, швидкість течії;

–фізико-механічні властивості ґрунтів і ґрунтоутворюючих порід: тип і гранулометричний склад ґрунту, зв'язність, структура, розмочуваність, розмитість;

–наявність, вид і густота рослинного покриву, особливо кореневої системи рослин, що захищає поверхню від розмиву і змиву;

–господарське або інше використання території, що впливає на рельєф, стан поверхні, структуру ґрунтів, поверхневий стік.

Комплекс протиерозійних заходів розробляють в послідовності, яка традиційно склалася:

1-й етап – обґрунтування необхідності протиерозійних заходів зі складанням генеральної схеми;

2-й етап – складання принципової схеми протиерозійних заходів в межах загальної водозбірної площі;

3-й етап – розробка комплексу протиерозійних заходів для умов конкретного господарства в складі проекту землевпорядкування або на додаток і розвиток існуючої системи використання території;

4-й етап – розробка проектно-кошторисної документації на виконання радикальних протиерозійних робіт для створення лісових насаджень, будівництва протиерозійних гідротехнічних споруд з меліорації яружних земель.

Всі протиерозійні заходи можна розбити на дві групи: перша роботи по закріпленню поверхні водозбору, що виконуються при використанні (експлуатації) угідь, як правило, господарським способом (силами землекористувача); друга – роботи із захисту території від подальшого розвитку ерозійних процесів з вирощуванням лісонасаджень, будівництвом протиерозійних гідротехнічних споруд, що виконуються підрядним способом силами лісогосподарських, водогосподарських або меліоративних підприємств. До першої групи протиерозійних заходів відносять протиерозійну організацію рекультивованої території, агротехнічні та лугомеліоративні прийоми захисту ґрунту від водної ерозії (рис. 9.3).

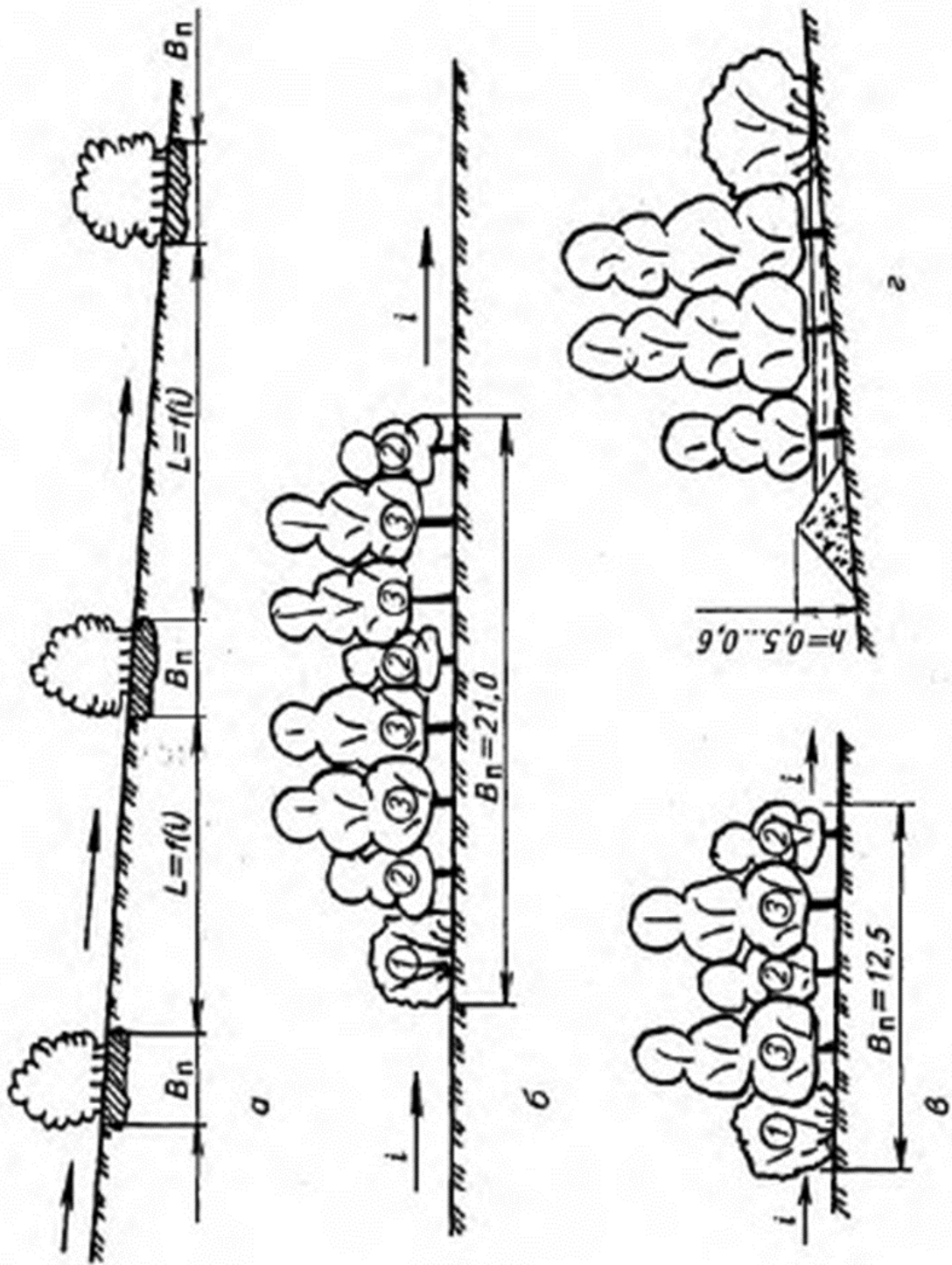


Рис. 9.3. Схеми розміщення лісових культур при влаштуванні водорегулюючих лісових смуг, м: а – розміщення водорегулюючих лісових смуг на ділянках з крутизною схилу до  $12^{\circ}$ ; б – восьмирядна лісова смуга шириною 21 м; в – п'ятирядна лісова смуга шириною 12,5 м; г – лісова смуга, посилена земляним валом для додаткового затримання стоку; 1 – ряд чагарникових видів 2 – деревні види 2-ї величини; 3 – деревні види 1-ї величини;  $i$  – схил місцевості;  $B_{п}$  – ширина лісосмуги;  $h$  – висота дамб і валів;  $L$  – відстань між лісосмугами.

Під протиерозійно організацією території розуміють: використання території з урахуванням можливого прояву і прискорення ерозійних процесів; розміщення всіх об'єктів землекористування, сільськогосподарського виробництва, інженерних споруд і комунікацій з урахуванням вимог максимального захисту територій від ерозії; обмеження і виключення застосування технічних засобів і технологічних прийомів, що руйнують незахищену поверхню землі, рослинний покрив і ґрунт; збереження в природно закріпленому стані ерозійно небезпечних площ і ділянок; обмеження у використанні окремих ерозійно небезпечних площ і ділянок під пасовища, інтенсивні сінокоси, лісозаготівлі і заборона на вирощування лісу; створення умов для природного закріплення і відновлення площ, що руйнуються ерозією; виконання системи заходів щодо захисту і відновлення земель, які піддаються ерозійному руйнуванню. Агротехнічні прийоми захисту ґрунту від ерозії засновані на спеціальних технологіях обробки ґрунтів і створення мікрорельєфу, що сприяють зменшенню поверхневого стоку за рахунок затримання і рівномірного розподілу його на водозбірної площі, прискорення вбирання води і переведення її в ґрунтову вологу.

Найбільш поширені з них:

- зяблева оранка поперек схилу (горизонталями) на глибину 0,25–0,27 м проти звичайних 0,18–0,22 м;
- глибока оранка поперек схилу на глибину до 0,3 м за достатньої глибини ґрунтового покриву;
- ступінчаста на глибину оранки за налаштування сусідніх корпусів плуга на різну глибину обробки з різницею до 0,12–0,15 м;
- глибока гребнева зяблева оранка з утворенням валиків через 1,4 м з висотою до 0,2 м, що досягається установкою на передостанньому корпусі чотирикорпусного плуга подовженого відвалу;
- бороздування після оранки з утворенням борозен поперек схилу підгортальником;

– переривчасте борознування переобладнаним плугом з утворенням мікроліманів, що забезпечує затримання до  $900 \text{ м}^3/\text{га}^{-1}$  води на площах зі складним мікрорельєфом;

– лункування зябу лункоутворювачем глибиною до 0,14 м, шириною до 0,33 м і довжиною близько 1,2 м, які розташовуються в шаховому порядку, що затримують до  $250\text{--}300 \text{ м}^3/\text{га}$  води;

– щілювання ґрунтів важкого гранулометричного складу після їх промерзання на глибину 0,05–0,1 м спеціальними щілерізами, що утворюють щілини шириною до 0,05–0,07 м і глибиною до 0,35 м, що поглинають  $150\text{--}200 \text{ м}^3/\text{га}$  води;

– уповільнення сніготанення шляхом утворення валиків зі снігу поперек схилу висотою 0,5–0,7 м через 10–20 м або за рахунок ущільнення катками з чергуванням смуг;

– збільшення норм висіву насіння трав на схилах з крутизною  $10\text{--}20^\circ$  з метою зменшення змиву ґрунту за рахунок його закріплення корінням рослин;

– внесення мінеральних і органічних добрив з метою прискорення розвитку висіваючих рослин і підвищення їх протиерозійного значення;

– полосне розміщення сільськогосподарських культур на схилах крутизною  $3\text{--}4^\circ$  з чергуванням смуг  $25\text{--}50 \text{ м}$  – основної культури і  $10\text{--}20 \text{ м}$  – багаторічних трав.

Застосування того чи іншого агротехнічного прийому залежить від специфіки рельєфу, особливостей ґрунтового покриву, господарського використання території, технічних і економічних можливостей. Кращого ефекту досягають, поєднуючи кілька агротехнічних прийомів, прийнятних для конкретних умов.

Лугомеліоративні прийоми захисту ґрунтів від водної ерозії – це група прийомів, заснована на залуження ерозійно небезпечних ділянок, площ і територій посівом спеціально підібраних видів багаторічних трав.

Протиерозійний ефект від висіву трав досягається за рахунок того, що скріплює ґрунт кореневою системою, яка проникає на глибину до 1 м; зменшення швидкості руху води на поверхні в результаті підвищення шорсткості; затримання змивних з вищерозташованих ділянок родючого ґрунту. Крім того, вирощування багаторічних трав інтенсифікує природний ґрунтоутворюючий процес: трави покращують структуру ґрунту, сприяють накопиченню поживних речовин в ній і підвищують її родючість.

Склад і норми висіву насіння трав підбирають з урахуванням природно-кліматичних зон, властивостей і ступеня змитості ґрунтів, форми рельєфу, експозиції і крутизни схилів, температурних умов та вологозабезпечення. Зазвичай використовують злакобобові травосуміші з 2–4 видів трав. Склад і середні норми висіву насіння трав, що використовують для захисту ґрунтів, наведено в табл. 9.1.

Таблиця 9.1

**Склад травосумішей і середні норми висіву трав, кг/га**

Зона	Конюшина	Люцерна	Еспарцет	Костриця борозниста	Житняк	Костриця лугова
Полісся	4–5	5–10	30–50	10–14	6–10	8–10
Лісостеп	–	4–5	30	10–12	–	8–10
Степ	–	10	–	–	10	–

Прийоми протиерозійного залуження схилів посівом багаторічних трав залежать від кліматичних умов району, крутизни схилів і стану ґрунтового покриву.

На ділянках з крутизною схилів до 5<sup>0</sup> виконують суцільне залуження рекультивованих площ: поверхневе на незмитому родючому шарі ґрунту, корінне – на змитих і бідних ґрунтах. Під час поверхневого суцільного залуження площ виконують наступні операції: дискування поверхні перехресним способом дисковими боронами або фрезерування болотними навісними фрезами; посів насіння багаторічних трав; поверхневе щілювання; внесення мінеральних добрив.

Технологія докорінного поліпшення порушеного трав'яного покриву на площах зі змитими ділянками ґрунтового шару включає ряд будівельних робіт з приведення в порядок поверхні ділянки, що підлягає залуження: ліквідацію дрібноконтурності; вирівнювання поверхні з ліквідацією вимоїн; облаштування водовідводних валів і розподільників поверхневого стоку.

Промоїни глибиною до 1–2 м засипають бульдозерами в такій послідовності: знімають шар ґрунту з поверхні, звідки будуть забирати мінеральний ґрунт для засипання; засипають промоїни мінеральним ґрунтом до рівня поверхні землі, ущільнюючи його бульдозером вздовж осі промоїни; наносять ґрунтовий шар на засипану мінеральним ґрунтом промоїну на 0,2–0,3 м вище поверхні землі; відновлюють ґрунтовий покрив на площі, з якої був взятий мінеральний ґрунт для засипки промоїни, після чого виконують загальне планування території, забезпечуючи збереження відновленого ґрунтового покриву.

Технологія докорінного поліпшення травостою на площах із середньозмитими ґрунтами складається з наступних операцій: звичайної оранки на глибину 0,2–0,22 м з повним оборотом пласта в сторону підйому схилу і розпушуванням підорного горизонту до глибини 0,35–0,37 м; обробки поораної площі дисковими боронами перехресно-діагональним способом за два-три проходи; внесення мінеральних і органічних добрив; боронування зубчастими боронами; посіву трав зернотрав'яною сівалкою з коткуванням ґрунту.

Травостої, створені в протиерозійних цілях, можна використовувати в якості сіножатей і для помірною випасу худоби. У перші три роки після посіву багаторічних трав допускається тільки сінокосіння. У наступні роки його можна чергувати з випасом тварин за середнього навантаження до двох-трьох голів на 1 га.

До початку випасання висота травостою має бути не менше 0,1–0,15 м. У разі використання площ під випаси з метою збереження дернини і кореневої системи рослин необхідно робити перерву на 1,5–2 роки, а випас



худоби закінчувати за місяць до замерзання ґрунту. За станом дернового покриву необхідно постійно спостерігати, вести догляд, а в разі часткового руйнування дернини відновлювати її підсівом трав. На ділянках з крутизною схилів понад  $5^{\circ}$  протиерозійне залуження виконують смугами шириною 40–50 м з пропусками на 10–15 м на схилах  $5–12^{\circ}$  і на 20–30 м з пропусками 15–20 м на схилах крутизною більше  $12^{\circ}$ .

До робіт із захисту територій від подальшого розвитку ерозійних процесів відносять вирощування протиерозійних лісових насаджень.

Вплив лісового покриву на стік поверхневих вод, його закріплююче значення для верхнього шару ґрунту, осушуючий вплив за рахунок транспірації, вплив на мікроклімат загальновідомі. Тому штучне лісонасадження широко застосовують і воно займає одне з провідних місць в системі протиерозійних заходів.

До специфічних особливостей створення захисних лісових насаджень різного призначення можна віднести: проблематичність вирощування в умовах нестачі вологи, в районах з низькими зимовими температурами і суховіями, на засолених і забруднених ґрунтах; необхідність ретельного і обґрунтованого підбору деревних і чагарникових видів для кожної природно-кліматичної зони, району, ділянки, що захищається від ерозії; велика тривалість і трудомісткість вирощування. Лісові смуги починають виконувати водорегулювальну роль тільки після змикання крони рослин в рядах і міжряддях в середньому через 5–7 років після висаджування.

Смуги водорегулюючих насаджень розташовують поперек схилів уздовж горизонталей. Відстань між водорегулювальними смугами визначають з урахуванням різновидів ґрунтових зон і крутизни схилів (табл. 9.2).

Ширина водорегулюючих лісосмуг обґрунтовується з урахуванням особливостей природно-кліматичних зон, крутизни і довжини схилів, ширини міжрядь, і зазвичай її приймають 12,5 або 21 м (табл. 9.3).

**Відстані між водорегулюючими лісовими смугами залежно від типу ґрунтів і схилу місцевості, м**

Тип ґрунту	Схил місцевості, градусів		
	1–2	2–4	Більше 4
Сірі лісові	600	350	200
Звичайні чорноземи	500	400	200
Південні чорноземи	500	400	200
Каштанові	350	300	200

**Параметри лісових смуг для різних природно-кліматичних зон**

Зона	Відстань між рядами в смугі, м	Число рядів рослин при ширині смуги, м	
		12,5	21
Лісостеп	2,5–3	5	8
Степ	3,0	4	6
Сухостепова	4,0	3	5

Схеми розміщення лісових культур для влаштування водорегулювальних лісових смуг показані на рис. 9.3.

З метою посилення затримання поверхневого стоку нижче лісозахисної смуги на схилі рекомендують влаштовувати захисні вали або системи, що складається з нагорнутого каналу, захисного валу і водовідвідної канами (рис. 9.4).

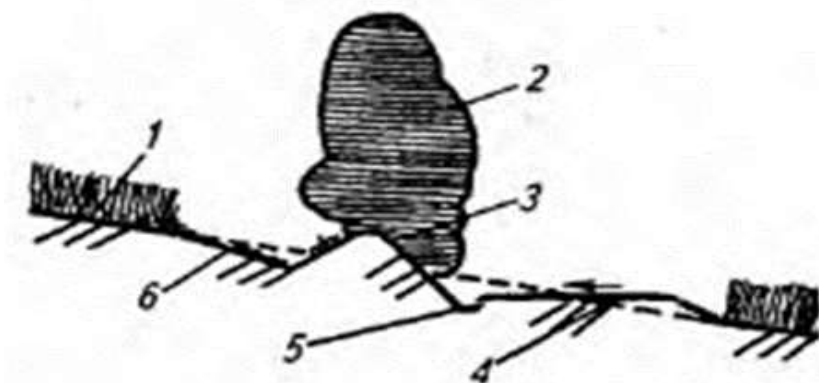


Рис. 9.4. Схема протиерозійного захисту з влаштуванням нагорнутого каналу, земляного валу та водовідвідної канами: 1 – рілля; 2 – захисні насадження для

зміцнення земляного валу; 3 – земляний вал; 4 – дорога вздовж схилу зі зворотним нахилом; 5 – водовідвідний канал; 6 – нагорнутий канал шириною до 3 м з одернінням.

Водорегулюючі лісові смуги, які влаштовують поперек схилів, запобігають здуванню снігу в яри і балки, сприяють більш рівномірному розподілу снігового покриву, акумулюють значну частину поверхневого стоку, трансформуючи його у внутрішньо-грунтову вологу.

Протиерозійні лісові насадження, які влаштовують шириною 12,5 або 21 м і розміщуються по контуру бровок ярів і балок або по контуру зростаючих ярів, не повинні потрапляти в зону можливих обвалень відкосів. Такі лісові насадження скріплюють своєю кореневою системою ґрунт, зменшують розмивання і змивання, запобігають сповзанню і осипанню ґрунту. Розміщення лісосмуг в прибалковій зоні показано на рис. 9.5.

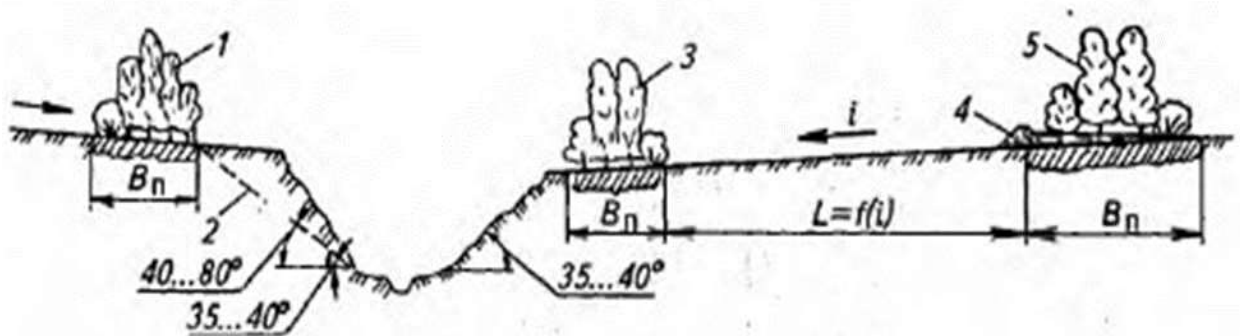


Рис. 9.5. Розміщення лісосмуг в прибалковій зоні: 1 – лісова смуга, розташована уздовж нестабільного відкосу; 2 – передбачуване положення відкосу після стабілізації; 3 – лісова смуга біля бровки стабілізованого відкосу; 4 – земляний вал; 5 – водорегулювальна лісова смуга на схилі (літерні позначення див. рис. 9.3).

Більшість протиерозійних робіт на водозбірних площах виконують машинами і знаряддями, широко поширеними в сільському і лісовому господарстві, будівельними землерийно-транспортними машинами, призначеними для роботи на відносно рівних ділянках з ухилами до  $12^{\circ}$ . На ділянках зі схилами  $12-20^{\circ}$  використовують машини, виконані на базі крутосхилих тракторів. Протиерозійні роботи на ділянках зі схилами  $20-35^{\circ}$  виконують тільки після влаштування терас. Якщо крутизна схилів в ярах

велика, на обривистих ділянках протиерозійні роботи проводять з використанням сільськогосподарських знарядь з кінною тягою, а за незначних обсягах робіт – вручну (посів трав, лісопосадки).

У тих випадках, коли агро-, луго- і лісомеліоративні протиерозійні прийоми не забезпечують надійного захисту території від ерозійного руйнування, додатково застосовують гідротехнічні прийоми регулювання стоку і управління водними потоками. Типові розміри поперечних перерізів найпростіших споруд приведено на на рис. 9.6. Основні протиерозійні гідротехнічні споруди наведені в дод. Б.

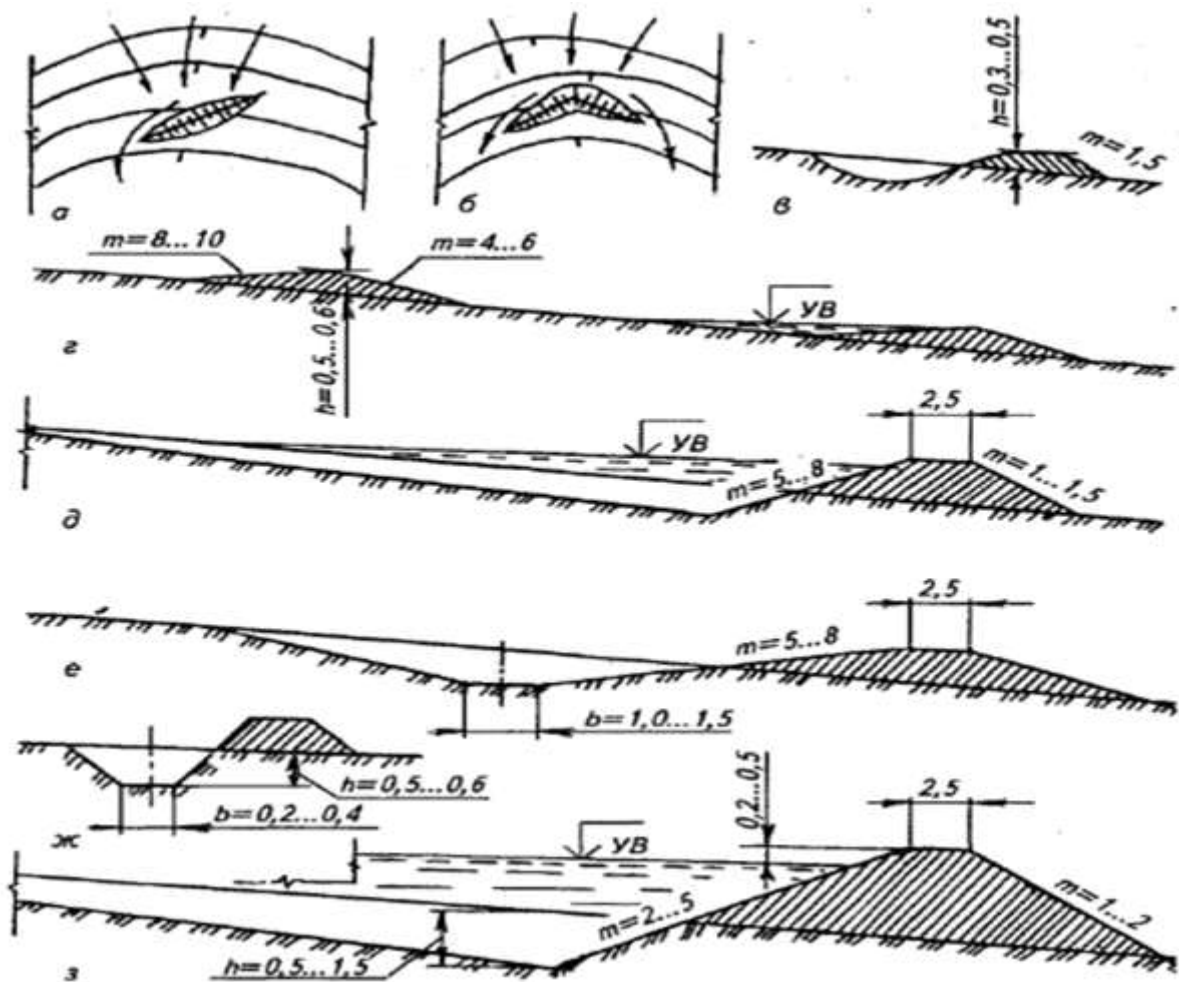


Рис. 9.7. Основні розміри поперечних перерізів водонаправляючих і водозатримуючих лінійних гідротехнічних споруд на водозборах, м: а – розпилювачі стоку в ущільнені; б – стрілоподібний розпилювач стоку; в – поперечний переріз валика розпилювача стоку; г – горизонтальні вали-тераси для проїзду машин; д – водонаправляючі і водозатримуючі вали-канави; е – водовідводні вали-балки для проїзду

машин; ж – водовідводна канава; з – водозатримуючий вал на верхівці і відростках яру; m – закладання відкосів; b – ширина траншеї знизу; h – висота дамб.

З метою зниження витрат на будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд, частина з них будується з використанням місцевих будівельних матеріалів і роблять з каменю, бетону, дерева, хмизу в вигляді тинів, матраців, фашин. Цілеспрямоване і своєчасне виконання протиерозійних робіт сприяє збереженню земельного фонду і природного ландшафту; відновленню земель, зруйнованих ерозійними процесами; відновленню ґрунтоутворювального процесу; поліпшенню мікроклімату у використанні лісових насаджень; захист атмосферного повітря від забруднення пилом; підвищенню врожайності.

Витрати на протиерозійні роботи, як правило, окупаються швидко.

## РОЗДІЛ 10

### ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ

Лісова рекультивация земель проводиться там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними сортами дерев та передбачає створення на відпрацьованих відвалах розкривних порід лісових насаджень різного типу. Її вартість і вимоги до агрохімічних характеристик ґрунту нижчі, ніж для сільськогосподарської рекультивации. Переважно вона поширена в лісовій зоні під час освоєння порушених земель (відвалів, кар'єрів та ін.) незначної площі, складених придатними і малопридатними породами. На неглибоких зниженнях відвалів, крутих схилах, відкосах, необхідно створювати насадження із дерев та чагарників, які слугують резерватом для тварин і птахів.

У несприятливих умовах рекомендується створювати меліоративний тип лісових культур. До складу деревних видів вводяться такі насадження дерев-азотонакопичувачів: вільха чорна і сіра, акація жовта і біла, рокитник, обліпиха та ін.

Висаджування дерев рекомендується проводити навесні у прийнятні для даної зони терміни, використовуючи посадковий матеріал високої якості.

Для формування економічно й екологічно стійких насаджень потрібно створювати змішані типи лісокультур за участі головних видів до 90 %, другорядних до 20 %, чагарників до 20 %. Співвідношення може змінюватися залежно від призначення лісових культур.

У лісах, що створюються на порушених територіях, необхідно передбачити протипожежні заходи, особливо в лісонасадженнях поблизу населених пунктів або поряд із сільськогосподарськими угіддями. У масивних насадженнях рекомендується створення смуг з посівом трав'янистих рослин.

Підбираючи лісові культури для вирощування на рекультивованих землях, насамперед необхідно врахувати такі їх біологічні особливості: довговічність, вибагливість до родючості та вологості рекультивованих порід, ставлення до їх кислотності і засоленості, тіньовитривалість, вимоги до тепла і температурного режиму, здатність переносити тимчасове затоплення водою тощо.

Довговічність є генетично обумовленою ознакою деревного виду, адже вона значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Наприклад, акація біла у степовій зоні за сприятливих умов живе 70–80 років, у Сухому Степу 30–40 років, а на засолених пісках 25–30 років. Ясен зелений на чорноземах росте до 70-80 років, на південних чорноземах 35–40 років.

У степових умовах ріст і розвиток деревних порід відбувається дещо інакше, ніж у лісовій. У Сухому Степу істотно прискорюється процес розвитку, значно швидше настає старіння деревних органів, кульмінація приросту, як правило, спостерігається у 10–15 років, зменшується довговічність дерева. Довговічність кожної деревного виду прямо залежить від того, наскільки його біологічні особливості забезпечують життєздатність організму у несприятливих умовах.

За офіційними даними, довговічність основних лісоутворюючих видів в умовах України характеризуються такими цифрами: 500 років і більше – дуб звичайний, модрина європейська, липа широколиста; 300-500 років – бук лісовий, липа серцелиста, сосна звичайна; близько 300 років – ялина звичайна, ясен звичайний, в'яз, граб. Порівняно низька довговічність властива осиці – 100–120 років, березі повислій – 120–150 років, вільсі чорній – 200 років.

Важливою лісобіологічною властивістю деревних видів є їх вибагливість до родючості ґрунту. За цією ознакою дерева і чагарники поділяються на три групи:

– оліготрофи – деревні види, які не вибагливі до родючості ґрунту і добре ростуть на неродючих ґрунтах;

– мезотрофи – деревні види, які добре ростуть на ґрунтах середнього рівня родючості ґрунтів;

– мегатрофи, або еутрофи – деревні види, які потребують багатих ґрунтів. Про представництво деревних видів до окремих груп родючості ґрунтів свідчать дані таблиці 10.1.

Таблиця 10.1

### Розподіл деревних видів за вибагливістю до родючості ґрунту

(за П.С. Погребняком)

Групи рослин	Деревні виуди
Оліготрофи	Ялівець, сосна гірська, сосна звичайна, береза повисла, акація біла, сосна чорна.
Мезотрофи	Береза повисла, осика, сосна Веймутова, модрина сибірська, горобина, береза козяча, дуб північний, дуб гірський, дуб звичайний, вільха чорна, каштан їстівний.
Мегатрофи	Клен гостролистий, клен-явір, граб, бук ялиця, осокір, клен польовий, бархат амурський, верба біла, в'яз, ясен, горіх волоський.

Таким чином, із таблиці видно, що для лісової рекультивації найбільш придатні рослини першої та другої груп.

За реагуванням на вологість ґрунту деревні породи поділяються на такі основні три групи (табл. 10.2):

– ксерофіти – деревні види, які добре ростуть у посушливих умовах;

– мезофіти – деревні види, що вимагають зволжених умов, добре ростуть на свіжих і вологих ґрунтах;

– гігрофіти – деревні види, що ростуть в умовах надмірної вологості.

Таблиця 10.2

### Розподіл деревних видів за їх реагуванням на вологість ґрунту

(за А.А. Бельгардом)

Групи рослин	Деревні виуди
Ксерофіти	Сосна звичайна гледичія, акація біла, лох, айлант, скумпія, дуб пухнастий, сосна кримська, тамарикс, ялівець віргінський.
Мезоксерофіти	Берест, шипшина, жостір та ін.
Ксеромезофіти	Дуб звичайний, берест, груша, ясен звичайний, яблуня.
Мезофіти	Граб, ліщина, в'яз, липа, клен гостролистий, гордовина, бруслина, сосна



	Веймутова, модрина сибірська, клен-явір.
Мезогірофіти	Тополя чорна і біла, осика, бузина пухнаста, в'яз, жостір ламкий, бузина чорна, калина.
Гірофіти	Верба, вільха чорна, черемха, ясен звичайний (болотний люпин), обліпиха.

За реагуванням на кислотність деревні види поділяються на три групи:

– 1-ша група – деревні види, що добре ростуть на кислих ґрунтах з рН 4,5–5,0: ялина звичайна, береза повисла, осика;

– 2-га група – деревні види, які краще ростуть на лужних ґрунтах з рН понад 7,0: модрина сибірська, сосна звичайна, сосна піцундська, глід, скумпія;

– 3-тя група – деревні види, які не мають чітко вираженої реакції на кислотність ґрунту: акація біла, берест, гледичія, дуб звичайний, лох, горіх волоський, тополя пірамідальна, бирючина, бузина, шовковиця та ін.

Значні труднощі виникають під час рекультивації відвалів складених із розкривних порід, засолених хлоридами і сульфатами. За характером реакції порід на наявність хлору у розкривних породах виділяють п'ять груп (табл. 10.3).

Таблиця 10.3

### Розподіл деревних порід за групами їх солевитривалості

(за Є.С. Мігуноюю)

Ступінь солевитривалості	Вміст хлору в ґрунті, %		Породи дерев
	допустимий	токсичний	
Дуже слабо-солевитривалі	0,005	0,01	Горіх волоський, модрина сибірська, верба біла.
Слабо-солевитривалі	0,01	0,02	Ясен звичайний, сосна кримська, ялівець (віргінський, козячий), осика, тополя чорна, клен ясенелистий, бруслина бородавчаста, шипшина, скумпія та ін.
Солевитривалі	0,03	0,06	Дуб звичайний (рання форма), клен польовий, клен татарський, берест, береза повисла, акація біла, гледичія, айлант, софора японська, ясен пухнастий
Найбільш солевитривалі	0,04	0,07	Лох вузьколистий, в'яз дрібнолистий, ясен зелений, смородина золотиста, свидина червона.

Солестійкі	0,05	0,07	Тамарина, селітрянка, поташник, солоколосник та ін.
------------	------	------	---

У випадку проведення лісової рекультивації потрібно передбачити її екологічну роль. Адже дерева мають здатність протистояти отруйним забрудненням атмосфери і збільшувати її киснем. Так підраховано, що щорічні лісові насадження планети поглинають понад 850 млн. т вуглецю, понад 100 млн. т водню і майже 3 млн. т азоту. При цьому в повітря надходить близько 2,5 млрд. т кисню. Доведено, що чотири дорослих дерева поглинають за вегетаційний період 1,5 кг вуглекислого газу і віддають атмосфері 1,1 кг кисню. Цієї кількості кисню достатньо для дихання чистим повітрям однієї людини протягом доби. Загалом 1 га лісу здатний очистити за вегетаційний період 18 млн.м<sup>3</sup> повітря. Ялинові ліси можуть затримати кронами до 32 т/га пилу, соснові – 36, діброви – 54, бучини – до 68 т/га. Це свідчить про те, що різним деревним видам властива різна потенційна можливість акумулювати і нейтралізувати пил атмосфери (див. табл. 10.4).

Таблиця 10.4

**Здатність деревних видів затримувати пил (за М.І. Калініним, 1994)**

Деревні види	Площа поверхні листя одного дорослого дерева, м <sup>2</sup>	Маса пилу, що затримує листя, мг	Маса пилу, який поглинається дорослим деревом за вегетаційний період, кг
Акація біла	8	1209	4,23
Аймант високий	202	1410	24,18
В'яз перистогіллястий	66	4062	18,19
Верба плакуча	157	8113	37,92
Гледичія триколючкова	140	5130	17,69
Горіх волоський	164	1444	19,03
Гірकोкаштан	78	1216	16,31
Клен польовий	171	3551	19,90
Тополя канадська	267	1022	34,12
Ясен зелений	195	1845	29,62
Ясен звичайний	124	1076	27,17

Неоднаковою є стійкість деревних видів до наявності в атмосфері токсичних речовин і газів. Менш витривалими є шпилькові види, насамперед

тому, що їх асиміляційний апарат, тобто хвоя, функціонує у звичайних умовах 3–5 років. Здатність деревних видів витримувати певну забрудненість повітря шкідливими речовинами називають газостійкістю рослин.

Газостійкість деревних видів залежить від декількох чинників і внутрішньо-біологічних особливостей виду, комплексу ґрунтово-кліматичних умов, температури та вологості повітря, віку рослин, пори року. З підвищенням температури вологості повітря газостійкість рослин знижується. Найбільш токсичними речовинами та сполуками для деревних рослин і чагарників вважається сірчаний фтор, фтористий водень, хлориди, двоокис азоту. За газостійкістю деревні породи поділяються на чотири групи (табл. 10.5).

Таблиця 10.5

**Розподіл деревних видів за їх газостійкістю (за М.І. Калініним, 1994)**

Ступінь газостійкості деревних видів	Деревні види та кущі
Стійкі	Лох вузьколистий, дуб звичайний (ранній), тополя канадська, верба, яблуня, скумпія, обліпіха, ялівець та ін.
Порівняно стійкі	Ясен зелений, аймант, софора японська, акація біла, гледичія, бузок звичайний, вишня магалебська, тополя біла, жимолость татарська, смородина золотиста, клен польовий, тамарика, акація жовта та ін.
Слабо стійкі	Тополя пірамідальна, тополя чорна, в'яз, ясен пухнастий, клен ясенелистий, сосна звичайна, свидина, амфора японська, клен татарський.
Нестійкі	Ясен звичайний, клен-явір, клен гостролистий, липа дрібнолиста, каталька, гіркокаштан, ліщина, ялина європейська, береза плакуча, модрина європейська.

Тіневитривалість тією чи іншою мірою виявляється в усіх деревних видів. Однак потреба у сонячному світлі як джерелі енергії притаманна всім зеленим рослинам, зокрема деревним видам. Залежно від конкретних едафічних умов, потреба у сонячному світлі кожного деревного виду зменшується.

Основні лісоутворюючі види за ступенем тіневитривалості або за ступенем світлолюбності і збільшенням ступеня тіневитривалості розміщуються в такому порядку: акація біла, тамарина, дуб звичайний,

модрина, береза повисла, сосна звичайна, тополя сіра, осика, горіх волоський, ясен звичайний, дуб звичайний (рання форма), вільха чорна, дуб звичайний (пізня форма), клен гостролистий, польовий, татарський, явір, дуб червоний, черешня, горобина, груша лісова, яблуня лісова, в'яз, липа, вільха, ліщина, бруслина, гордовина, бузина червона і чорна, глід.

Способи меліоративної підготовки територій для проведення лісової рекультивації різні та визначаються місцевими умовами. Зокрема, в тому випадку, коли розкриті породи, що закладовані у відвал, нетоксичні і за своїми фізико-хімічними властивостями придатні для росту деревних рослин (лесовидні суглинки і леси), можна проводити лісопосадки безпосередньо на цих породах. В інших випадках, наприклад на пісках, крейдових і мергельних породах, глинах різного гранулометричного складу (середніх і важких), сланцях різного ступеня вивітрювання, створення лісових культур можливе за умови застосування мінеральних добрив.

Лісова рекультивація територій, порушених промисловими розробками корисних копалин, як правило, переважає в районах лісової зони, там, де в результаті видобутку корисних копалин значно знищений лісовий покрив.

Дослідженнями доведено, що в деяких випадках за наявності поблизу джерел занесення насіння деревних рослин заростання відвалів відбувається не тільки за рахунок трав'янистих, але й деревнихвидів рослин. Тому, розробляючи питання лісової рекультивації, необхідно враховувати не тільки властивості самих відвалів, але й характер природного рослинного покриву на них, що дозволяє вирішувати питання про доцільність штучного лісовирощування або поліпшення умов для природного рослинного покриву.

Основна тенденція у виборі асортименту деревних рослин для лісової рекультивації повинна бути спрямована на використання видів місцевої флори, екологічно пристосованих до умов існування у певній ґрунтово-кліматичній зоні.

Вітчизняна і зарубіжна практика створення лісових культур на відпрацьованих відвалах володіє даними про використання аеро- і

гідропосіву насіння деревних культур, механізовану посадку 2-3-річних саджанців і посадки вручну як молодих, так і дорослих рослин. Для поліпшення умов росту деревних культур на відвалах доцільно засівати міжряддя багаторічними бобовими травами.

Підготовка ґрунту під лісові культури, що вирощуються на рекультивованих землях, значною мірою обумовлена ґрунтово-гідрологічними та кліматичними умовами регіону, фізичним станом розкритих порід, забур'яненістю навколишніх територій тощо.

У процесі обробітку ґрунту розв'язуються такі питання:

- надання розкритим породам відповідної структури шляхом механічного подрібнення їх на невеликі грудочки;
- поліпшення водного режиму порід, зокрема у посушливих умовах – нагромадженням вологи, а в умовах надмірного зволоження – її зменшенням;
- поліпшення теплового режиму;
- сприяння активізації життєдіяльності ґрунтової мікрофауни, що забезпечує активізацію мінералізації запасів органічної речовини, і нагромадження необхідних для рослин мінеральних поживних елементів у доступній для їх засвоєння формі.

Велику роль в обробітку рекультивованих земель відіграє його глибина. Найпотужнішою є глибина на 30–40 см, яка забезпечується 4–5-корпусними плугами марки ПН-4-35, ГОШ-4-35, ПЛН-5-35 або 1-3-корпусними ШШ-3-35, ПН-2-30В, ПН-ЗОР.

У тих випадках, коли на відпрацьовані відвали нанесено родючий ґрунт або потенційно родючі породи шаром менше 40 см, проводять поглиблення орного шару спеціальними пристосуваннями – Д-162, РТ-2, РТН - 2-35 та ін.

Системи і способи обробітку розкритих порід під лісові культури вибирають відповідно до умов природної зони, в якій здійснюються лісокультурні роботи. Наприклад, у лісостеповій зоні та у північній частині степової зони застосовують звичайну зяблеву оранку, а в центральних і південних районах степу – систему чорного пару, яка найкраще забезпечує

накопичення вологи і знищення бур'янів. В умовах Південного Степу і напівпустель виправдовує себе плантаж.

Сьогодні бурштин видобувають двома методами: копають і вимивають з-під землі. Обидва способи завдають нищівної шкоди лісовим масивам та всій екосистемі (дод. В).

Обробіток може бути суцільним або частковим. За суцільного обробітку обробляють всю лісокультурну площу, а за часткового – смуги, борозни тощо.

Посівний спосіб використовують у створенні лісових культур, що мають грубе насіння (дуб, бук та ін.). Сівба проводиться декількома способами: рядковим, рядково-ямковим, стрічковим і біогрупами.

*Рядкова сівба* передбачає загортання насіння у ґрунт у посівну борозну рядками, що розташовані на певній відстані одна від одної. Відстань між насіннями у рядку також рівномірна і залежить від асортименту дерев.

*Рядково-ямкова сівба* передбачає посівні місця у вигляді ямок із заглибленням у субстрат діаметром 8–12 см і глибиною, відповідною до глибини висівання насіння даної породи. У кожен ямку висівають три-сім насінин. Ямки розташовують рядами на певній відстані одна від одної. Залежно від прийнятої густоти культур, ця відстань може становити від 30 до 75 см. Відстань між рядами також залежить від природної зони, прийнятої густоти культур і габаритних розмірів механізмів, що застосовуються під час доглядів за створеними культурами. Вона може становити 2–5 м.

*Стрічкова сівба* передбачає зближене розміщення декількох рядів. Вона може бути 2–4-рядною, коли стрічка утворюється відповідно з двох, трьох або чотирьох рядів. Відстань між рядами у стрічці 40–50 м, а між стрічками 2–5 м.

*Сівба біогрупами* здійснюється шляхом висівання насіння на заздалегідь підготовлені площі розміром 1×1 м. На кожен площу висівають 20–50 насінин. На 1 га лісокультурної території розміщують 200–670 площ.

Сівбу проводять ранньою весною або восени. Кращі наслідки дають весняні посіви. Глибина загортання жолудів дуба залежить від складу породної суміші і природної зони та становить 6–12 см. На 1га посіву у рядковій і рядково-ямковій сівбі витрачається 100–125 кг жолудів, а у сівбі біогрупами і стрічковій 125 кг.

Садіння лісових культур можна проводити трьома способами: механізованим, автомеханізованим і вручну. У механізованому й автомеханізованому садінні використовують лісосадильні машини з ручним та автомеханізованим поданням садівного матеріалу в затискачі саджального апарата.

Ручне садіння має такі різновиди: садіння сіянців і саджанців з відкритою кореневою системою (ВКС) під меч Колесова або клиноподібну лопату; садіння сіянців і саджанців з ВКС під звичайну лопату; садіння сіянців і саджанців із землею під звичайну або пристосовану лопату; садіння саджанців із закритою кореневою системою (ЗКС) типу «Брика» і «Брикет» вручну з використанням саджального інструменту «Ліліпут».

У процесі садіння корені треба щільно загортати землею, не допускаючи згинання їх у породі, утворення порожнин біля них. Добре загорнений сіянець важко вийняти з породного субстрату.

Глибина садіння деякою мірою залежить від конкретних умов формування відвалів розкривних порід і біологічних особливостей деревних рослин. Вона визначається глибиною розміщення кореневої системи. На важко- і сильнозволожених розкривних породах коренева шийка повинна заглиблюватися у ґрунтову суміш на 1–2 см. На легких субстратах глибина садіння дещо збільшується. Залежно від лісорослинних зон глибина загортання рослин становить: на Поліссі – 1–2 см; Лісостепу – 3–4 см; Степу – 5–7 см.

Типи лісових культур на рекультивованих землях розрізняються за складом деревних видів, розміщенням рослин, їх кількістю на одиниці площі та особливостями обробітку ґрунту.

Найкращі результати при створенні лісових культур на рекультивованих землях можна досягти за умови оптимального асортименту рослин. При цьому до складу лісових культур вводяться головні, супутні та чагарникові види.

Враховуючи це, в сучасному лісовому виробництві практикуються такі три змішування деревних видів: деревно-чагарниковий, деревно-тіньовий і комбінований.

*Деревно-чагарниковий тип* змішування полягає в тому, що на рекультивованій ділянці кожна рослина головного виду чергується з чагарником. Цей тип має два варіанти: двочагарниковий та одночагарниковий. У двочагарниковому варіанті головний вид (Г) чергується з низьким чагарником (Ч), потім іде високий чагарник (Вч), відтак низький і знову деревний вид:

Г-Ч-В<sub>ч</sub> -Ч-Г-Ч-....

Ч-ГЧ-В<sub>ч</sub>-Ч-Г-...

В одночагарниковому варіанті, який більш поширений, використовується один вид чагарнику, і схема змішування має такий вигляд:

Г-Ч-Г-Ч-Г-Ч-...

Ч-Г-Ч-Г-Ч-Г-Ч-Г-...

*Деревно-тіньовий тип* змішування передбачає чергування головного виду не з чагарником, а з підгінними супутнім деревним видом (С):

Г-С-Г-С-Г-С-...

С-Г-С-Г-С-Г-...

*Комбінований тип* змішування поєднує принципи деревно-чагарникового та деревно-тіньового типів змішування за схемою:

Г-Ч-С-Ч-Г-Ч-С-Ч-Г-...

Ч-Г-Ч-С-Ч-Г-Ч-С-Ч-....

У формуванні типів лісових культур на рекультивованих землях велике значення має густота культур. По суті, з нею пов'язана біологічна стійкість і продуктивність майбутніх насаджень. Адже за умов заниженої густоти



залишається не використаною потенційна продуктивність рекультивованих земель; за завищеної густоти культури відстають у рості, а можуть бути випадки їх загибелі або депресії. Знижена густина відтягує також період зімкнення лісових культур, що потребує проведення більшої кількості доглядів. До того ж, більша густина вимагає використання більшої кількості сидівного матеріалу, що збільшує собівартість лісових культур.

Вибір оптимальної густоти – один із головних аспектів у створенні лісових культур на рекультивованих землях. Виявляється, вона є динамічною і змінюється з часом, оскільки лісові дерева з віком вимагають щораз більшого життєвого простору. Враховуючи це, базою для регулювання густоти у процесі росту є початкова густина, тобто кількість посадкових місць під час садіння або сівби лісових культур. У свою чергу початкову густоту визначають з урахуванням таких чинників:

- біологічні та лісівничі властивості деревних порід, коли для світлолюбних порід приймається менша густина, для тіневитривалих – більша, для швидкорослих – менша, для повільнорослих – більша;

- едафічні, або ґрунтові умови, причому у більш сухих умовах і на бідніших ґрунтах (породах) приймається більша густина, оскільки дерева тут ростуть повільніше, а в оптимальних умовах вологості та родючості ґрунту (порід) густина може бути меншою, оскільки дерева тут ростуть інтенсивніше.

Початкову густоту культур і відповідне розміщення посадкових місць визначають окремо за лісорослинними зонами, підзонами і лісокультурними районами. Наприклад, загально прийнята орієнтовна початкова густина лісових культур для сосни в сухих і свіжих борах та суборах становить не менше 7 тис. рослин на 1 га, у сирих – не менше 5 тис. рослин на 1 га. У садінні великомірними саджанцями допускається первинна густина 2,5 тис. на 1га і більше. Проте через несприятливі умови на відвалах розкривних порід, у лісовій рекультивації початкову густоту доцільно збільшувати до 10–14 тис. шт./га і більше.

Вирішальною умовою успішної лісової рекультивації є асортимент лісоутворюючих видів, який зумовлює майбутню господарську цінність, біологічну стійкість і продуктивність майбутніх деревостанів. Підбираючи асортимент, визначають цільове господарське призначення майбутнього деревостану, лісобіологічну взаємну толерантність видів, які проектуються для спільного зростання, відповідність біологічних особливостей рослин едафічним чинникам, притаманних конкретному відвалу розкривних порід, що підлягає лісовій рекультивації.

## РОЗДІЛ 11

### ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ

Сьогодні вже не виникає сумніву в тому, що екологічна криза перетворила значну частину території України на зону, небезпечну для життя і здоров'я людини. Наприклад, у Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Луганській та інших областях тривалість життя людей – усього 59–61 рік.

В Україні загалом під відходами видобувної, гірничо-металургійної та переробної промисловості зайнято 160 тисяч гектарів землі. Лише на території Кривбасу (Дніпропетровська область) розташовано 8 хвостосховищ гірничо-збагачувальних комбінатів, які займають понад 9 тисяч гектарів землі. Влітку з цієї площі постійно здіймаються клуби пилу.

Відсутність ефективно діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування без урахування вимог охорони навколишнього середовища, низька екологічна свідомість громадян стали причиною критичної екологічної ситуації, що існує в Донецько-Придніпровському регіоні сьогодні. Як наслідок цієї кризи – погіршення здоров'я населення, зменшення народжуваності, збільшення смертності, а отже – депопуляція, біологічно-генетична деградація і повний занепад.

В умовах загострення екологічної ситуації в Україні важливого значення набуває оцінка екологічної ефективності використання земельних ресурсів взагалі і рекультивованих земель, зокрема. Екологічна ефективність рекультивації землі повинна віддзеркалювати рівень раціональної діяльності людини на землі та ефективність екологічних заходів щодо запобігання збитків, які завдаються виробництвами.

Розгляд результату процесу рекультивації можливий на двох рівнях:

а) народно-господарському, який віддзеркалюється в одержанні земельних угідь як виробничих ресурсів суспільства;

б) виробничому, який віддзеркалюється в одержані окремих благ від експлуатації таких угідь.

В економічних розрахунках обидва рівні результатів рекультивації повинні мати конкретну величину оцінки, яка визначає необхідність ведення подвійної оцінки одиниці площі відновлених земель.

З позицій екологічного аспекту рекультивації порушених ландшафтів оцінка результату містить в собі необхідність виявлення реальної цінності відновлених земель, що можливо на основі співставлення з величиною втрат, які з'являються внаслідок руйнації природного середовища (зміна ландшафту, знищення ґрунту, флори, фауни, погіршення якості повітря, води тощо). Ціна заподіяного збитку або втрат може представляти дійсну ціну, яку суспільство вимушено платити аби зберегти природу. За величиною витрат на збереження природи можна скласти оцінку про величину цінності непорушеного природного середовища, яке використовується як дарове благо.

Відновлені землі, поверхня яких покрита гірськими породами без родючого чорноземного покриття, що придатні для впровадження довготривалих сільськогосподарських культур, відповідають «коефіцієнту екологічного благополуччя» у 0,5. Ці площі доцільно використовувати під пасовища та для ведення бджільництва.

Поверхні кар'єрних територій, які складається з пухких, розсипчастих гірських порід зі шкідливими домішками (без чорноземного покриття) і придатні для створення штучних лісових масивів, мають коефіцієнт екологічного благополуччя місцевості 0,25.

Враховуючи економіко-екологічний стан суспільства зараз необхідно приділяти багато уваги саме питанням економічної оцінки екологічних вигод і витрат. Така постановка проблеми дозволяє по-новому дивитись на можливість гармонізації економічних і екологічних інтересів суспільства. У цьому випадку екологічні витрати і вигоди повинні за можливістю представлятися в кількісному вираженні, і там, де це доцільно, слід вказувати

економічну цінність. Тому, для забезпечення екологічно-стійкого розвитку, необхідно:

а) загальний економічний ріст і розвиток повинні бути спрямовані на задоволення потреб людей і не нашкодити майбутнім поколінням;

б) економічний розвиток не може знижувати якісні показники довкілля і ігнорувати екологічну безпеку в майбутньому;

в) пошук шляхів максимізації довгострокових вигод для людей.

Показником економічної ефективності відновлення порушених земель може слугувати термін окупності витрат на рекультивацію. Для визначення цього показника необхідні додаткові технологічні витрати на гірничотехнічні роботи і витрати господарств з освоєння рекультивованих ділянок віднести до гектару освоєної площі і зіставити з можливими доходами суспільства від реалізації продукції, отриманої з цієї площі.

До таких витрат необхідно віднести:

– витрати підприємств, які беруть участь у наступній переробці продуктів сільського господарства, спрямованість екологічно-стійкого розвитку держави повинна бути направленою на збереження природних ресурсів (як джерело сировини для економіки) і збереження якісних показників довкілля.

– з позицій екологічного аспекту ціна відновлених земель повинна вміщати в собі вартість чистої води, чистого повітря, привабливого лісопаркового ландшафту і т.д., тобто всіх тих чинників, що впливають на пристойне, довголітнє життя здорової людини.

– екологічний аспект рекультивації порушених земель містить у собі необхідність виявлення реальної цінності відновлених земель, що можливо на основі співставлення з величиною втрат, які з'являються внаслідок руйнації природного середовища. Ціна руйнації, тобто заподіяного збитку або втрат, може представляти дійсну ціну, яку суспільство вимушено платити аби зберегти природу.

–показником економічної ефективності відновлення порушених земель може слугувати термін окупності витрат на рекультивацію. Для визначення цього показника необхідні додаткові технологічні витрати на гірничотехнічні роботи і витрати господарств з освоєння рекультивованих ділянок віднести до гектару освоєної площі і зіставити з можливими доходами суспільства від реалізації продукції, отриманої з цієї площі.

На жаль, ці показники не враховують екологічного фактору відновлених земель, який за останні роки набуває першочергового значення. Задля цього запропоновано введення «коефіцієнту екологічного благополуччя» місцевості та визначено його градації.

## РОЗДІЛ 12

### ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ РОБІТ

Усі промислові, сільськогосподарські, транспортні, енергетичні, гідротехнічні та інші споруди, житлові і громадські будівлі, водойми, водотоки, лікувальні джерела і грязі, пам'ятники природи, історії та культури, землі, ліси, зелені насадження та інші об'єкти (далі – об'єкти поверхні) підлягають обов'язковій охороні від шкідливого впливу гірничих розробок (в тому числі будівництва та експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин), якщо цей вплив може спричиняти перешкоди для їх нормальної експлуатації чи використання за прямим призначенням, а знесення або перенесення за межі зони впливу гірничих розробок є неможливим або економічно недоцільним.

Під час розробки родовищ легкокорозчинних корисних копалин (калійні і кам'яні солі, гіпс тощо) охороні підлягають водоносні горизонти і зони вилуговування, які залягають вище гірничих робіт, з метою запобігання проривів води в гірничі виробки.

Заходи охорони існуючих і проектних об'єктів встановлюють залежно від очікуваних деформацій земної поверхні (основ споруд) під впливом розробки (зокрема будівництва та експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин), від величини допустимих і граничних деформацій для об'єктів, які знаходяться у зонах впливу гірничих робіт залежно від призначення, цінності, конструктивних особливостей, характеру експлуатації, технічного стану і строку служби об'єктів поверхні.

Під час розробки вугільних родовищ для вибору заходів охорони об'єктів застосовуються ГСТУ 101.00159226.001-2003 Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним

способом, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 28 листопада 2003 року № 703.

Під час розробки родовищ рудних і нерудних корисних копалин, за якими не завершено вивчення процесів зрушення гірських порід, або не розроблені та не затверджені в установленому порядку галузеві Правила, вибір заходів охорони об'єктів поверхні повинен здійснюватися на основі рекомендацій науково-дослідної організації, що спеціалізуються на дослідженні процесів зрушення гірських порід і земної поверхні внаслідок розробки гірничими роботами.

Вибір і здійснення заходів охорони об'єктів поверхні від шкідливого впливу гірничих розробок повинні проводитися з урахуванням вимог Правил безпеки у вугільних шахтах, затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 22 березня 2010 року № 62, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 17 червня 2010 року № 398/17693, та Правил безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом, затверджених наказом Міністерства соціальної політики України від 23 грудня 2016 року № 1592, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 30 січня 2017 року № 129/29997.

Весь комплекс робіт з проведення технічної рекультивації земель повинен виконуватись відповідно вимогам Закону України «Про охорону праці», «Правил безпеки в будівництві» та «Правил безпеки в нафтогазовидобувній промисловості», ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

Навчання, інструктаж та перевірка знань працівників повинні відповідати вимогам Типового положення про навчання з питань техніки безпеки, затвердженого наказом Комітету по нагляду за ТБ України 21 квітня 1999 р. за № 248/3541. Основною умовою перед початком роботи являється проведення вступного інструктажу з особами, які безпосередньо виконують роботи із механізмами.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білявський Т.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. К.: Либідь. 1995. 368 с.
2. Бровко Ф.М. Лісова рекультивация відвальних ландшафтів Придніпровської височини України: Монографія. К.: Арістей, 2009. 264 с.
3. Вишневський О.А., Кушнір С.В. Бурштин України. II Записки Українського мінералогічного товариства. 2007. Т. 4. С. 128–130.
4. Волошин І.М. Методика досліджень проблем природокористування. Львів: ЛДУ 1994. 160 с.
5. Галаган Т.І. Еколого економічне значення рекультивациі земель. Агросвіт №7, 2013. С. 8–11.
6. Генссрук С.А. Рациональное природопользование. М., 1989.
7. Горлов Д.Б. Рекультивация земель на карьерах. М.: Недра, 1981. 260 с.
8. ГСТУ 101.00159226.001-2003 Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом (НПАОН 10.0-1.01-03).
9. Даниленко А.С. Роль реформування земельних відносин у розв'язанні соціально-економічних проблем розвитку українського села і сільських територій. Землевпорядний вісник: наук. виробн. журнал. К.: Урожай, 2005. №1. С. 3–7.
10. Добровольский Г.В., Гришана Л.А. Охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1985. 224 с.
11. Доренко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. М.: Недра, 1979. 263 с.
12. Екологія техноземів: монографія / О.В. Жуков, Г.О. Задорожна, К. П. Маслікова, К.В. Андрусевич, І.В. Лядська. Дніпро: Журфонд. 2017. 442 с.
13. Енергетичні ресурси та потоки / за заг. ред. А.К. Шндлоєського. К.: Українські енциклопедичні знання, 2003. 468 с.

14. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Навчальний посібник. Вид. 4-те, доповнене. Львів: Афіша, 2000.
15. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III [Електронний ресурс] // Офіційний вісник України. 2001. № 46. С. 1. Ст. 2038. Код акту 20473/2001. Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/go/2768-14.
16. Злобін Ю.А. Основи екології. К.: Лібра, 1998. 249 с.
17. Кодекс України Про надра // Відомості Верховної Ради України. 1994. № 36. с. 340.
18. Константинов И.И. Янтарь Балтики. «Наука и жизнь», М.: Правда, 1991. С. 64–65.
19. Курепа С.С. Зміна поверхневого шару ґрунту внаслідок гідропомпового видобування бурштину в урочищі «Баньки». Збереження та відтворення біорізноманіття природно-заповідних територій. Матеріали міжнар. наук.- практич. конф., присв. 10-річчю Рівненського природного заповідника (м. Сарни, 11-13 червня 2009 року); ред. кол. Будз М. Д та ін. Рівне: Рівненська друкарня, 2009. 936 с.
20. Кучерявий В.П., Генік Я.В., Дида А.П., Колодко М.М. Рекультивация та фітомеліорація. Навчально-методичний посібник. Львів, 2006. 116 с.
21. Лебідь М.І., Мачуй В.М. Про можливу участь буровугільного бітуму у формуванні корінних першоджерел розсіпів бурштину. II Геолог. України. 2007. № 3. С. 62–68.
22. Бровко Ф.М. Лісова рекультивация відвальних ландшафтів Придніпровської височини України : монографія. К. : Арістей, 2009. С. 221–261.
23. Лозінська Т.П., Хрик В.М. Термінологічний словник «Рекультивация порушених ландшафтів». Біла Церква, 2019. 80 с.
24. Ткачук К.Н. та ін. Основа охорони праці: підручник. К.: Основа, 2003. 472 с.

25. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивація земель : навч. посібник / П. П. Надточій [та ін.] ; заг. ред. П. П. Надточій, Т. М. Мислива. Житомир: Державний агроекологічний ун-т, 2007. 418 с.
26. Рекультивація земель: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л. А. Волкова ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. Рівне: НУВГП, 2010. 173 с.
27. Рекультивація земель : навч. посібник / Р. М. Панас. Вид. 2-ге, стер. Л. : Новий Світ-2000, 2007. 224 с. (Вища освіта в Україні). С. 207–222.
28. Русняк П.П. Еколого-економічні аспекти природокористування. К., 1990.
29. Сметанин В.И. Очищение и обустройство водоемов. М.: Университет природообустройства, 1996. 150 с.
30. Сметанин В.И. Рекультивація и обустройство нарушенных земель. М.: Колос, 2000. 96 с.
31. Стороженко В.Ф., Пономаренко ГО. Експертиза ювелірних виробів під час розслідування злочинів: посібн. Харків: вид-во Харк. нац. ун-ту внутр. справ, 2008. 199 с.
32. Ткачук К.Н., Гурін А.О. та ін. Охорона праці: підруч. для студентів гірничих спеціальностей вищих закладів освіт). К. 1998. 320 с.
33. Хрик В.М., Лозінська Т.П., Левандовська С.М., Бойко В.М., Кімейчук І.В. Рекультивація порушених ландшафтів: методичні рекомендації до виконання практичних робіт здобувачами вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 206 «Садово-паркове господарство». Біла Церква, 2021. 99 с.
34. Черевко Г.В., Яцків М.І. Економіка природокористування. Львів: Світ. 1995. 208 с.
35. Шкуратов О.І. Напрями підвищення ефективності використання природно-ресурсного потенціалу аграрних підприємств. Збалансоване природокористування. 2014. № 1. С. 74–78.

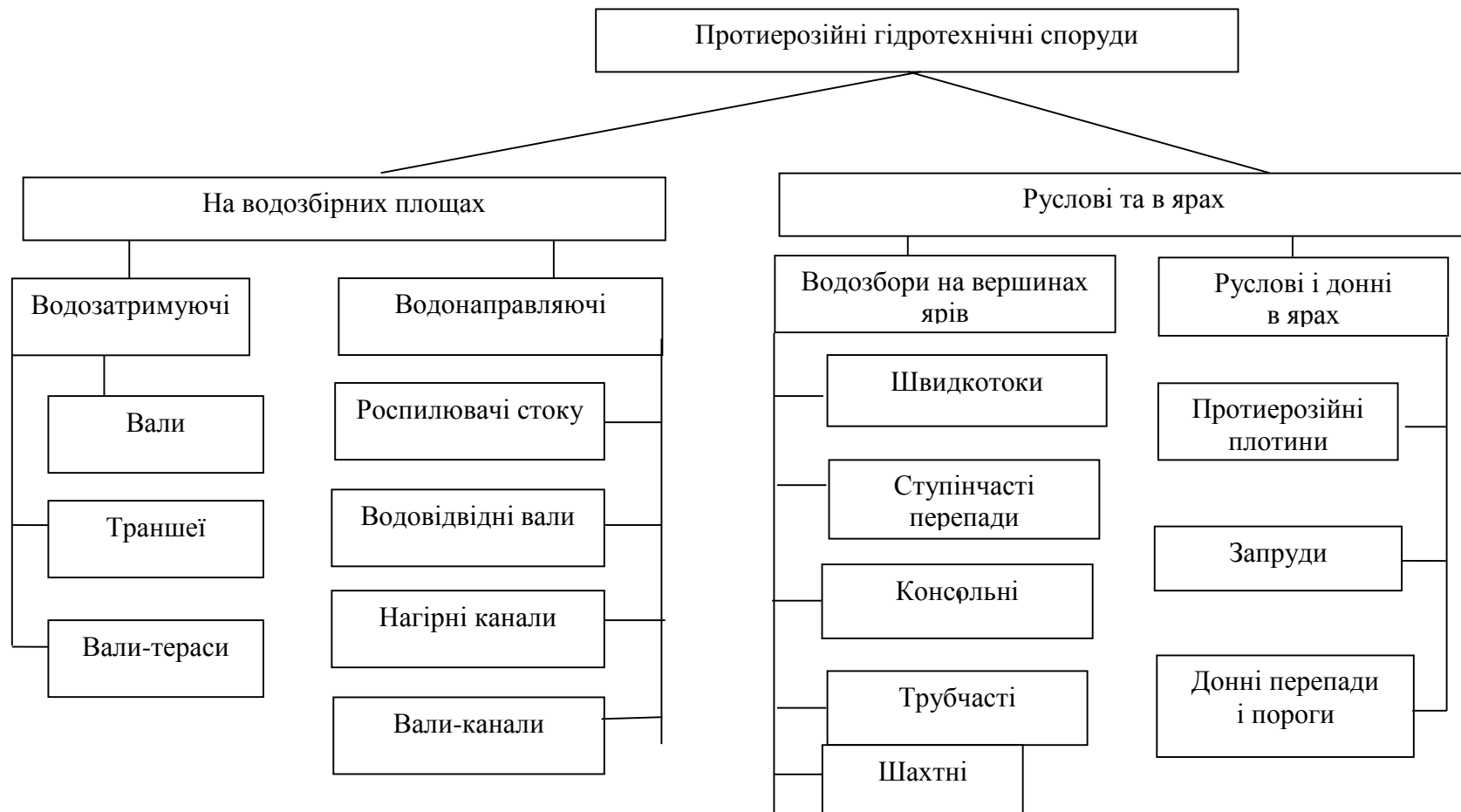
## ДОДАТКИ

Додаток А

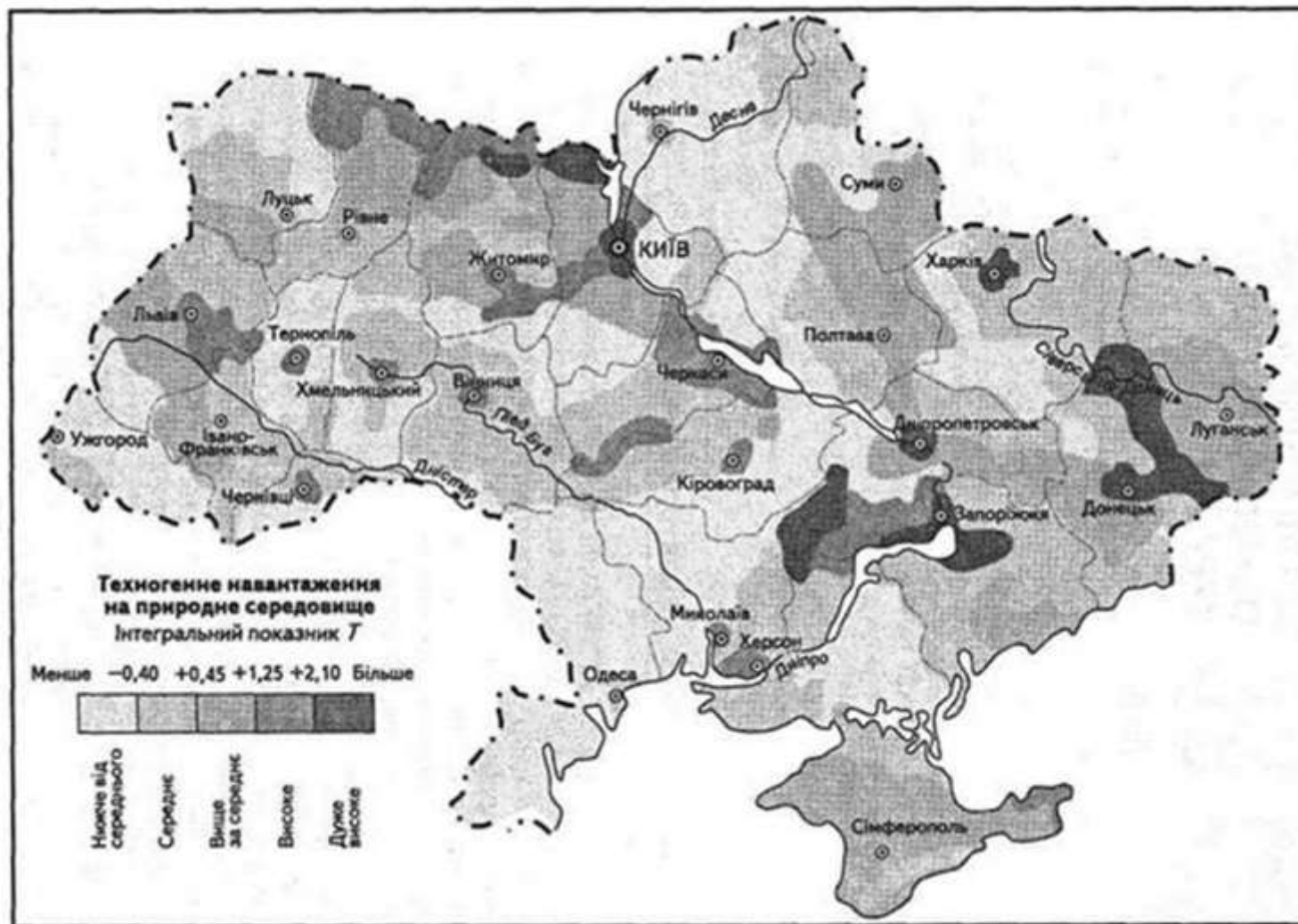
### Схема класифікації розкривних порід за їх придатністю для біологічної рекультивації [3, 11]

Група придатності	Ґрунти і гірські породи	Ознаки придатності						Спосіб використання для біологічної рекультивації
		Сухий залишок, %	pH <sub>водн</sub>	Рухомий А1, мг/100 г	Na, % від ємності поглинання	Фракція < 0,01 мм, %	Гумус, %	
I. Придатні родючі	Гумусована частина ґрунтового шару (перегнійно-акумулятивні горизонти)	0,1–0,5	5,5–8,2	0–3	5	10–75	2 і більше	Під час розкривних робіт складають та використовують для створення рілля та інших с/г угідь
потенційно родючі	Ґрунтоутворюючі та інші породи сприятливого гранулометричного і мінералогічного складу	0,1–1	5,5–8,4	0–3	5	10–75	2 і менше	Придатні як підстилаючі породи під час створення рілля, можна безпосередньо використовувати для лісогосподарської рекультивації; після покращення і проходження підготовки можна використовувати під рілля
II. Малопридатні: за фізичними властивостями	піщані і глинисті породи	0,1–1	5,5–8,4	0–3	0–5	10–75	немає	Необхідні глинисті чи піщані; для створення рілля перекриваються придатними породами; можна використовувати під лісосмуги після проведення необхідних заходів у поліпшенні якостей порід

За хімічними властивостями	кислі, середньозасолені, солонцюваті ґрунти і породи	1–2	5,5–9	3–15	5–20	10–75	немає	Необхідне вапнування; проведення промивок; після меліорації для створення ріллі варто перекривати гумусним шаром ґрунту; використовують після проведення необхідних мір у поліпшенні якості порід
III. Не придатні:								
За фізичними властивостями	складні породи, конгломерати	–	–	–	18 і більше	–	»	Перекриваються придатними ґрунтам шаром не менше 1–2 м
За хімічним властивостями	Ті що містять сульфід і сильні засолені породи, солонці	Більше 2	Більше 6,5	немає	20 і більше	Різного гранулометричного складу	»	Під час відвалоутворення укладають в основу відвалів; повинні бути ізольовані у створенні ріллі і висаджування лісу шаром придатних порід потужністю не менше 1–2 м; з урахуванням економічної ефективності у ряді випадків можна проводити корінну хімічну меліорацію (промивання, вапнування високими дозами, гіпсування тощо), після чого використовують під лісопосадки



Б1. Класифікація протиерозійних гідротехнічних споруд



Техногенне навантаження на природне середовище (за В. А. Барановським, 2002)

