

## Методичні рекомендації до ПР.2

### Теоретичний матеріал

**Тема: Оцінка, моніторинг та підбір ефективних рекультиваційних технологій.**

**Вимоги до вибору напрямку рекультивації земель.** Повторне використання

порушених земель не завжди може збігатися з попереднім їх призначенням.

***Напрямки рекультивації визначають*** кінцеве використання порушених земель після проведення відповідних гірничотехнічних, інженернобудівельних, гідротехнічних та інших заходів, ***їх вибирають на основі комплексного обліку таких чинників:***

- природні умови району розробки родовища (клімат, типи ґрунтів, геологічна будова, рослинність, тваринний світ та ін.);
- стан порушених земель до моменту рекультивації (характер техногенного рельєфу, ступінь природного заростання та ін.);
- мінералогічний склад, водно-фізичні та фізико-хімічні властивості гірських порід;
- агрохімічні властивості (вміст поживних речовин, кислотність, наявність токсичних речовин та ін.) порід і їх класифікація за придатністю для біологічної рекультивації;
- інженерно-геологічні та гідрологічні умови;
- господарські, соціально-економічні, екологічні та санітарно-гігієнічні умови;
- термін служби рекультивованих земель (можливість повторних порушень та їх періодичність);
- технологія і механізація гірничих і будівельно-монтажних робіт.

***У процесі вибору напрямку рекультивації земель необхідно*** мати на увазі, що рекультивовані землі і території, що їх оточують після закінчення робіт являють собою оптимально сформовану та екологічно збалансовану ландшафтну ділянку.

***Підготовчий етап.*** Рекультивація земель звичай проводиться в три етапи. Перший етап - підготовчий – включає обстеження та типізацію порушених земель, вивчення особливостей їх природних умов (геологічна будова, склад порід, придатність до біологічної рекультивації та інших видів використання, прогноз динаміки гідрогеологічних умов), визначення напрямку наступного використання земель, розробка техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) та робочих проєктів і планів.

Підготовчий етап рекультивації на родовищах торфу, кар'єрах нерудних матеріалів, забруднених землях при аварійному і капітальному ремонті

магістральних нафтопроводів включає наступні роботи та дослідження: топографічні, гідротехнічні, торфодослідницькі, лісотаксаційні і культуртехнічні, кліматичні геологічні, гідрогеологічні та гідрологічні дослідження.

**На підставі проведених робіт проводять** камеральні роботи і складають звітно-технічні документи: відомості визначення координат і висот по ходам знімального висотного обґрунтування; план ділянки в масштабі 1:5000 (при площі більше 1500 га або менше 50 га плани можуть складатися в масштабах 1:10000 і 1:2500); профілі знімальних поперечників, повздовжні і поперечні профілі каналів; таблиці якісної і кількісної оцінки запасів торфу; звітні дані з гідрологічних, ґрунтових, культуртехнічних, інженерно-геологічних та інших робіт.

**Основні положення проєктних заходів.** Розробці проєкту передуює одержання від землевласників технічних умов на приведення порушених земель у стан, придатний для наступного використання. **У технічних умовах повинні бути** визначені границі угідь у межах яких необхідне проведення рекультивації, потужність родючого шару ґрунту, що знімається, по кожній порушеній ділянці; площа зони рекультивації; термін нанесення родючого шару, місце розташування відвалу для тимчасового збереження родючого шару ґрунту; спосіб зняття, збереження, транспортування і нанесення родючого шару ґрунту; потужності родючого шару ґрунту, що наноситься; заходи для відновлення родючості земель; план земельної ділянки, що дозволяють визначити обсяг земляних робіт з рекультивації земель і їх кошторисну вартість.

**Проєкт розробляється відповідно** до вимог СНиП11-01-95 і повинен містити наступні розділи: пояснювальну записку; технологічні схеми робіт; розрахунок матеріальних витрат кошторисні розрахунки (локальні та зведені). Приймання рекультивованих ділянок з виїздом на місце здійснює робоча комісія, що затверджується Головою (заступником) Постійної Комісії в 9 десятиденний термін після надходження письмового повідомлення від юридичних (фізичних) осіб, що здає землі. З метою оцінки, попередження і своєчасного усунення негативного впливу порушених і рекультивованих земель на стан навколишнього середовища спеціально уповноваженими органами і зацікавленими організаціями в межах їхньої компетенції здійснюється спостереження (моніторинг) за екологічною обстановкою в місцях розробок родовищ корисних копалин, складування і поховання відходів, проведення інших робіт, пов'язаних з порушенням ґрунтового покриву, а також на рекультивованих територіях і прилеглих до них ділянках.

**Біологічний етап рекультивації земель.** Біологічний етап включає комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на

поліпшення агрофізичних, агрохімічних, біохімічних та інших властивостей ґрунту. Біологічний етап виконується після завершення технічного етапу і полягає в підготовці ґрунту, внесенні добрив, підборі трав і травосумішей, посіві, догляді за посівами.

**Біологічний етап спрямований на** закріплення поверхневого шару ґрунту кореневою системою рослин, створення зімкнутого травостою і запобігання розвитку водної та вітрової ерозії ґрунтів на порушених землях. Біологічна рекультивація поділяється на сільськогосподарську і лісову.

**Сільськогосподарська рекультивація передбачає** створення пасовищ, сінокосів, садів, парків. Земельні ділянки в період здійснення біологічної рекультивації в сільськогосподарських і лісгосподарських цілях повинні проходити стадію меліоративної підготовки. При відсутності або низькій якості родючого шару ґрунту для сільськогосподарської рекультивації використовуються лесовидні та інші потенційно родючі породи.

**Біологічна (сільськогосподарська) рекультивація включає** меліоративні сівозміни, агротехнічні й інші заходи для відновлення родючості порушених земель. Лісова рекультивація проводиться на малородючих ґрунтах шляхом посадки деревної рослинності.

**Тривалість біологічного етапу рекультивації залежить від** якості родючого шару або потенційно-родючих шарів, а також інтенсивності меліоративних заходів та подальшого можливого напрямку використання земель. Землювання малопродуктивних земель.

**Землювання** – це комплекс робіт, який складається зі зняття, транспортування і нанесення родючого шару ґрунту та потенційно-родючого ґрунту на малопродуктивні угіддя з метою їх покращання. До малопродуктивних належать угіддя з низькою родючістю ґрунту, які характеризуються механічним складом, незначною потужністю родючого ґрунтового шару, високою кислотністю і щільністю, ступенем ерозії, засоленості, кам'янистістю, малим вмістом органічних речовин і поживних елементів. На ділянках з однорідними ґрунтами проводять землювання повністю, на ділянках з різновидним ґрунтовым покривом, мікрорельєфом – за вибором. Наносять родючий шар у стані оптимальної його зволоженості – зволоженості кришення.

**Головна характеристика землювання** – потужність родючого шару ґрунту, що наноситься на ділянки поверхні землі, яка рекультивується. Цей шар визначається з врахуванням подальшого призначення ділянки, особливостей природно-кліматичної зони, економічних можливостей та ін.

**Землювання поділяють на звичайне і комбіноване.**

**При звичайному:** родючий шар наносять на площі малопродуктивних угідь

в один прийом без перемішування.

**При комбінованому** – в два: спочатку наносять родючий шар товщиною 10-15 см і перемішують з ґрунтом, який потім поліпшують повторно до запроєктованої норми.

**Звичайне землювання виконують при** незначній відмінності гранулометричного складу родючих шарів і ґрунтів малопродуктивних угідь, а комбіноване - при значній різниці вказаних показників.

**Землювання лише поліпшує малопродуктивні землі.** Повністю родючими вони можуть стати при проведенні на них одночасно із землюванням агротехнічних, меліоративних та інших необхідних заходів. На час робіт з нанесення родючого шару ґрунту і до отримання першого врожаю малопродуктивні угіддя переводяться в стан меліоративної підготовки.

**Оскільки в структурі затрат на рекультивацію найбільшу питому вагу займають земляні роботи, то при визначенні напряму рекультивації необхідно** встановити, до якої групи порушених земель по техногенному рельєфу відносяться відновлювальні площі.

**Порушені землі бувають при:**

- відкритих гірничих роботах;
- переробці корисних копалин;
- підземних гірничих роботах;
- будівництві лінійних споруд.

**При відкритих гірничих роботах утворюються:**

- котловано-грядові кар'єрні виїмки;
- траншейно-грядові кар'єрні виїмки;
- вирівняні кар'єрні виїмки;
- терасовані кар'єрні виїмки;
- котлованоподібні кар'єрні виїмки;
- западиноподібні кар'єрні виїмки;
- глибинні нагірно-терасовані кар'єрні виїмки;
- природні виїмки;
- відвали внутрішні;
- відвали зовнішні.

**Котлованоподібні кар'єрні виїмки утворюються** при розробці торф'яних залягань гідропособом - це чергування котлованів з перемичками глибиною 5-10 м, ухил укосів більше 30°. При суфтаному плануванні можуть використовуватися для сільськогосподарського освоєння, а при частковому плануванні - під водоймища багатометалевого використання.

**Траншейно-грядові кар'єрні виїмки** утворюються при розробці торфовищ машиноформувальним способом, глибиною 1-5 м, ухил укосів більше 45°.

**Вирівняні кар’єрні виїмки утворилися** при розробці торфовищ фрезерним способом, глибиною 1-5 м. При суМетаному плануванні можна використовувати під рілля або сінокоси, пасовища - при частковому плануванні.

**Терасовані та котлованоподібні кар’єрні виїмки виникають** при розробці корисних копалин глибинного типу. При суМетаному плануванні можна використовувати під водоймища, при частковій - під площадки для будівництва відвалів відходів виробництва.

**Западиноподібні утворилися при розробці пластів** малої потужності (до 5 м). При суМетаному плануванні - під рілля, при частковій - під пасовища, лісонасадження, рибні ставки.

**Природні виїмки** утворюються в процесі розробки підводних пластів корисних копалин. Використовують їх під водоймища багатоМетаового призначення.

**Таблиця 1**

**Класифікація порушених земель за напрямками рекультивації в залежності від видів подальшого використання в народному господарстві**

| Група порушених земель за напрямками рекультивації                      | Вид використання рекультивованих земель                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Землі сільськогосподарського напрямку рекультивації                     | Рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження                                                                                                                                                                                                                                      |
| Землі лісогосподарського напрямку рекультивації                         | Лісонасадження загальногосподарчого і полезахисного призначення, лісорозплідники                                                                                                                                                                                                       |
| Землі водогосподарського напрямку рекультивації                         | Водоймища для господарчо-побутових, промислових потреб, зрошення і потреб рибного господарства                                                                                                                                                                                         |
| Землі рекреаційного напрямку рекультивації                              | Зони відпочинку і спорту: парки і лісопарки, водоймища для оздоровчих цілей, мисливські угіддя, туристичні бази і спортивні споруди                                                                                                                                                    |
| Землі природоохоронного і санітарно-гігієнічного напрямку рекультивації | Ділянки природоохоронного призначення: протиерозійні лісонасадження, задерновані або обводнені ділянки, ділянки, закріплені або законсервовані технічними засобами, ділянки самозаростання – що спеціально не упорядковуються для використання з господарчими або рекреаційними цілями |
| Землі будівельного напрямку рекультивації                               | Ділянки для промислового, цивільного і іншого будівництва, включаючи розміщення відвалів відходів виробництва (гірських порід, будівельного сміття, відходів збагачення та ін.)                                                                                                        |

**Таблиця 2**

## Характеристика порушень ґрунтового покриву гірничодобувною промисловістю України

| Чинник                                                                                 | Вид порушення                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ступінь порушення                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Розвідування корисних копалин                                                          | Фрагментарні порушення біогеоце-нозів (часткове порушення ґрунтів та рослинності, різноманітні, в тому числі хімічні, забруднення)                                                                                                                                                                                         | Фрагментарний                              |
| Підземне добування корисних копалин                                                    | Створення акумулятивних (терикони) і денудаційних (провальних) форм техногенного рельєфу. Часткове порушення рослинного і ґрунтового покривів. Зниження рівня підземних вод, зменшення їхнього дебіту. Розвиток ерозії, отруєння атмосфери газами. Загальне зменшення площ під сільськогосподарськими та лісовими угіддями | Частковий але значний (місцями до повного) |
| Добування корисних копалин відкритим способом                                          | Повне знищення культурних і природних ландшафтів. Висушення території. Виникнення значних площ з техногенним акумулятивним (відвали) і денудаційним (виїмки) рельєфом. Розвиток ерозії. Винесення на земну поверхню фітотоксичних порід, що забруднюють прилеглі поля                                                      | Повний                                     |
| Будівництво лінійних комунікацій і споруд (трубопроводи, дороги, лінії електропередач) | Повне або часткове за протяжністю порушення біогеоценозного вкриття. Лінійне руйнування рельєфу.                                                                                                                                                                                                                           | Повний                                     |
| Переробка корисних копалин                                                             | Поява великих акумулятивних форм техногенного рельєфу (відвали, гідровідвали, шламонакопичувачі). Перезволоження, заболочення і отруєння довкілля                                                                                                                                                                          | Повний                                     |

**Відвали внутрішні утворилися** при відсіпці порід в межах контуру кар'єру. Можна використовувати під рілля, сінокоси, пасовища та по бермах - під багаторічні плодові насадження.

**Відвали зовнішні відсипаються** поза контури кар'єру. Використовуються під сільськогосподарські угіддя.

***Землі, порушені при переробці корисних копалин, утворюються*** в результаті гідротрансформування шлаку. При висоті до 30 м - під кормові угіддя, більше 30 м

- як правило під протиерозійні лісонасадження.

***Землі, порушені при розробці корисних копалин, утворюють різні провалини*** - впадини, прогини та ін. в процесі розробки корисних копалин в результаті опускання земної поверхні. Можна використовувати під сільськогосподарські угіддя, а також під водоймища, лісонасадження.

***Землі, порушені при будівництві лінійних споруд, утворюють*** резерви, кавальєри, кювети, канали, дамби. Можуть використовуватися під сільськогосподарські угіддя та ін.

***Порядок відновлення порушених територій і їх містобудівне використання проєктують на підставі:***

- груп ґрунтів за кислотністю (рН) (найкращі біологічні властивості мають ґрунти з нейтральною, слабокислою і слаболужною реакцією);
- засобів добування корисних копалин, типу виробництва (відкриті і підземні гірські роботи, збагачення корисних копалин, переробка мінеральної сировини, відходи теплоелектростанцій і металургійних підприємств);
- форм порушення (виїмка, кар'єр, просядова лійка, відвал, насип, провал);

***Відвали бувають зовнішніми та внутрішніми. Зовнішні відвали формують поза рудними розробками.*** Ними можна нарощувати дороги, утворювати з них терикони і териконники, що займають значну площу й отруюють довкілля. Найдоцільніше використовувати під зовнішні відвали яри, балки та інші знижені форми рельєфу, які слід засипати до брівки, а згодом, після осідання, їх рекультивують під сільськогосподарські угіддя. Внутрішні відвали утворюються тоді, коли пуста порода переміщується на вже вироблені ділянки родовища. Це найбільш економний із погляду втрати сільськогосподарських угідь метод відкритого добування корисних копалин. Проте для створення розрізної траншеї все-таки необхідно формувати зовнішні відвали.

***Залежно від способу переміщення розкривних порід відвали можуть бути*** автотранспортними, скреперними, екскаваторними і гідровідвалами. Найбільш вирівняними є автотранспортні та скреперні відвали, а також гідровідвали при наміванні породи. Найскладніші для подальшого використання екскаваторні відвали.

***Тому в процесі обробітку відвалів є потреба у*** грубому плануванні, яке проводять із точністю 1–2 м, та тонкому (з точністю 20 – 30 см), яке проводять через 1–2 роки після відсипання відвалів. Найінтенсивніше осідають відвали в перші два роки, а їх повне осідання триває 15–20 років;

- розмірів порушень (морфометрія, амплітуда антропогенних форм рельєфу, площа, зайнята порушеними ділянками);
- інженерно-геологічних параметрів території (тип, кислотність і засоленість ґрунтів, режим і джерела живлення ґрунтових вод, природних форм рельєфу);
- біологічних властивостей ґрунтів території (табл. 3-4);
  - типів розселення району з порушеними територіями (резсереджений, централізований, груповий);
  - функціональних потреб міст та інших населених пунктів у системі розселення;
  - розвитку транспортної та інженерної інфраструктури системи розселення, окремих міст і населених пунктів;
- технічних і економічних засобів для відновлення територій.

***На підроблюваних територіях*** – землях, розташованих над підземними гірськими виробітками або поблизу них, можливі осідання земної поверхні і зрушення гірських порід.

***Території підземних гірських виробіток можуть мати*** увігнуті (негативні) форми рельєфу, що утворилися в результаті просідання земної поверхні, або опуклі (позитивні), що утворилися в результаті відвалів шахтної породи.

***До земель, порушених при підземних гірських роботах, ставляться такі вимоги:***

- забезпечення збереження земної поверхні і зведення до мінімуму деформацій земельних ділянок;
- зняття родючого шару ґрунту з земельних ділянок, призначених для розміщення шахтних відвалів;
- планування поверхні прогинів, заповнення провалів горською породою з подальшим плануванням і нанесенням родючого шару ґрунту;
- проведення заходів з відвернення висушення, заболочування, розвитку ерозійних процесів;
- забезпечення відведення води з гірських виробок;
  - зовнішні породні відвали, хвостосховища, золо-, шлаконакопи-чувачі та інші промислові відвали повинні розташовуватись на незручних землях (в відпрацьованих кар'єрах, провалах, ярах, балках і т.п.) з дотриманням відповідних санітарних норм і правил, з урахуванням рельєфу місцевості і домінуючих напрямків вітрів, течії рік, розміщення населених пунктів і підприємств, з дотриманням встановлених для цих об'єктів санітарно-захисних зон.

Висоту відвалів і кути укосів встановлюють в кожному конкретному

випадку з урахуванням стійкості порід, що їх складають, і характеру використання їх поверхні.

**Рельєф і форма рекультивованих ділянок повинні** забезпечувати їх ефективне господарче використання;

- забезпечення терасування або виположування схилів при підготовці шахтних відвалів для біологічної рекультивації з врахуванням забезпечення можливості проведення робіт з їх озеленення;

- при створенні водоймищ в шахтних прогинах або провалах відвернення зсувів і розмиву укосів, екранування токсичних порід, захист дна і берегів від можливої фільтрації, відвернення потрапляння в водойми кислих або лужних підземних вод.

**Таблиця 3**

**Показники засоленості ґрунтів**

| Групи рослин за стійкістю | Глибина, см | Вміст в ґрунтах, мг на 100 г ґрунту (перша, друга і третя цифри в кожному рядку граfi – показники відповідно для весни, літа й осені) |                 |             |             |
|---------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                           |             | НСО <sub>3</sub>                                                                                                                      | SO <sub>4</sub> | Сl          | Луги        |
| Особливо стійкі до солей  | 0-15        | 3,4-4,5                                                                                                                               | 0,3-1,0-2,5     | 0,5         | 3,0-4,0-3,0 |
|                           | 15-30       | 3,0-4,0-5,0                                                                                                                           | 0,8-0,9-1,4     | 1,0-0,5-0,3 | 3,0-3,5-4,0 |
|                           | 40-60       | 3,0-5,0-4,0                                                                                                                           | 3,0-5,0-4,0     | 2,0-1,0     | 6,0-7,0-6,0 |
| Слабо стійкі до солей     | 0-15        | 1,7-2,0-3,6                                                                                                                           | 0,6-0,5-1,2     | 1,0-0,1-0,8 | 3,0-1,2-4,0 |
|                           | 15-30       | 3,4-1,9-1,7                                                                                                                           | 1,3-0,3-2,4     | 0,7         | 3,0-1,0-4,8 |
|                           | 40-60       | 3,0-2,5-2,8                                                                                                                           | 0,6-2,9         | 1,0-0,3-0,7 | 2,4-5,0     |

**Таблиця 4**

**Забезпеченість ґрунтів поживними матеріалами**

| Ступінь забезпеченості | Вміст в ґрунтах, мг на 100 г ґрунту |         |       |
|------------------------|-------------------------------------|---------|-------|
|                        | азоту                               | фосфору | калію |
| Високий                | 6                                   | 4       | 20    |
| Середній               | 4-6                                 | 2-4     | 10-20 |
| Низький                | 4                                   | 2       | 10    |

У зв'язку з тим, що зрушення гірських порід над гірськими виробітками звичайно закінчується протягом не менше одного-п'ятих років, а іноді й більше, під забудову в першу чергу використовують території, під якими активна стадія осідання земної поверхні закінчується до моменту будівництва або тільки почнеться до закінчення терміну амортизації проєктованих будинків і споруд.

**Технічний етап рекультивації території включає:**

- закладання виробленого простору для зменшення кінцевих величин деформацій земної поверхні;
- обмеження числа відпрацьованих пластів і їх потужності;
  - скорочення тривалості зупинки тимчасових меж виробленого простору для зменшення деформацій земної поверхні в тимчасових крайових частинах мурд зрушення;
  - будівництво системи лотків на прилеглих територіях для перехоплення стоку атмосферних вод;
  - організацію раціональної системи поверхневого стоку на території з метою ліквідації безстокових ділянок, зменшення інфільтрації атмосферних опадів;
  - улаштування уздовж периметрів будинків і споруд компенсаційних щілин, що розвантажують ділянку масиву, на якому розташований об'єкт, від деформацій. *Рослинний шар на підроблюваних територіях* порушується незначно, тому його біологічну рекультивацію проводять тільки в місцях засипання провалів шахтною породою. Гірську породу териконників або свіжу шахтну породу досліджують на кислотність, засоленість, вміст корисних для рослин речовин, а також аналізують її гранулометричний склад.

*Методи біологічної рекультивації залежать* як від властивостей насипних ґрунтів, кліматичних і мікрокліматичних умов, так і від містобудівного використання порушених територій.

*Особливості рекультивації териконників, хвостосховищ і золошлаковідвалів* обумовлені розміщенням їх у межах забудови або поблизу її, впливом на санітарно-гігієнічний стан прилягаючої території, складом матеріалу, що формує техногенний рельєф, можливістю використання відходів у різноманітних галузях. *Технічний етап рекультивації цих територій* включає комплекс робіт із вертикального планування, нівелювання техногенного рельєфу (повне розбирання териконників, відвалів, хвостовищ із використанням порід і відходів або для засипання увігнутих форм рельєфу різноманітного походження, або для використання відходів у промисловості і міському господарстві); зрізання вершин териконників; терасування бортів відвалів, териконників.

Заходи біологічного етапу рекультивації зводяться, головним чином, до зміцнення поверхні відвалів з допомогою ущільнення ґрунтів і гідропосіву трав, а також до організації поверхневого стоку з застосуванням лотків на прилеглих до схилів ділянках і гнучких конструкціях водовідвідних споруд.

*При відновленні біологічних властивостей ґрунтів* на порушених територіях слід враховувати, що до малопридатних, а іноді і непридатних для зростання рослинності порід відносять шлами і флотаційні хвости підприємств

чорної і кольорової металургії, до більш придатних – золи бурого і кам'яного вугілля.

Велике значення для життєдіяльності рослин на порушених територіях мають також фізичні властивості порід і відходів, що формують відвали. Відвали і хвостосховища не стійкі проти ерозії.

**При біологічній рекультивації хвостосховищ із токсичними ґрунтами** необхідно вживати захисних заходів. Для запобігання вимиванню атмосферними опадами токсичних компонентів хвостів і забрудненню ними ґрунтових вод використовують водонепроникний екран – шар глинистих або важких суглинистих ґрунтів потужністю 20 см. З метою захисту рослин від висхідних потоків води, мінералізованої токсичними речовинами хвостосховищ,кладають шар ґрунту, що перериває капілярний підйом води, наприклад, глинистий товщиною 20 - 30 см.

Поверх вкладають потенційно родючі ґрунти і, при необхідності, гумусований шар ґрунту. Потужність останніх двох шарів залежить від розміщуваних рослинних угруповань, вибір яких визначається, насамперед, містобудівним використанням території.

**Біологічний етап рекультивації териконників починають** із поліпшення поверхневого шару. Як субстрат звичайно застосовують суміш ґрунту і шахтної породи. Древа і чагарники висаджують у траншеї і ями, цілком замінюючи породи рослинним ґрунтом. Для трав, що утворюють дерен, застосовують посів і посадку кореневищами. Через дуже низьку вологість ґрунтів і субстратів, нанесених на поверхню териконників, необхідно систематично їх поливати. При цьому варто враховувати, що надлишкове зволоження схилів териконників може викликати зсуви, тому полив повинен бути суворо регламентований.

Необхідні заходи щодо відновлення порушених територій (табл. 5) повинні бути конкретизовані з урахуванням місцевих умов.

**При розробці корисних копалин відкритим способом формується** увігнутий (негативні форми – кар'єри, обводнені і сухі міжвідвальні простори) або опуклий (позитивні форми – відвали, хвостосховища) тип рельєфу.

Таблиця 5

**Деякі види відбудовних робіт**

| Види робіт | Засоби виконання |
|------------|------------------|
|------------|------------------|

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Земляні                                                    | 1. Засипання знижень і боліт з доставкою ґрунту на відстань до 3 км і грубим плануванням на відвалі.<br>2. Розробка і переміщення ґрунту бульдозером.<br>3. Ущільнення ґрунту кулачковими катками.<br>4. Намив території – рефулювання ґрунту.<br>5. Розробка териконників (розбирання, охолодження породи, інші процеси) |
| 2. Водовідведення                                             | Будівництво дощової каналізації                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3. Дренажні                                                   | Улаштування дренажу:<br>а) при освоєнні території для житлового, культурно- побутового і промислового будівництва;<br>б) те ж для зеленого будівництва                                                                                                                                                                    |
| 4. Улаштування водоймищ                                       | Обводнювання провалів і кар'єрів з улаштуванням ложа, водовідведенням, берегоукріпленням                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5. Підготовка території для зеленого будівництва і озеленення | 1. Утворення рослинного шару на непорушених ділянках.<br>2. Улаштування рослинного шару на насипних ґрунтах.<br>3. Насадження загального користування.<br>4. Створення лісопарків                                                                                                                                         |

**Кар'єри добування будівельних матеріалів** мають малопотужний розкрит і потужний пласт матеріалу, що добувається. У зв'язку з цим для повного засипання кар'єрів можуть бути використані тільки відходи металургійних підприємств і великих ТЕЦ. При відсутності такої можливості кар'єри використовують як водойми різного призначення.

**При відновленні територій відкритих гірських виробіток** роботи з вертикального планування виконують у мінімальному обсязі, забезпечуючи, головним чином, стійкість форм і вживаючи заходів проти ерозії і надлишкової інфільтрації атмосферних опадів. Виходячи з цього, роблять:

- трасування бортів кар'єрів, відвалів при різноманітному функціональному використанні;
- планування-уположування або планування-нівелювання відвалів;
- підготовку поверхні дна кар'єру під ложе водойми;
- засипання-формування або засипання-нівелювання кар'єрів;
- повне засипання кар'єру до позначок прилягаючих територій.

**Вибір видів робіт із вертикального планування** залежить від розмірів порушеної поверхні, фізико-біологічних властивостей ґрунтів, місця розташування порушеної території в плані міста і її візуального сприйняття, а також функціональних потреб населених пунктів або міста.

Рельєф і експозиція схилів є основними чинниками, що обумовлюють мікроклімат порушеної території. Розходження в інтенсивності сонячного освітлення і випаровуваності на схилах зростає зі збільшенням їх крутизни. Схили північної експозиції при ухилі 2-5° одержують 75, а при ухилі 6° - 50% сонячного освітлення горизонтальної поверхні. Увігнуті частини нагріваються на 4-6° більше, ніж опуклі (підняті) ділянки. Рельєф впливає на перерозподіл атмосферних опадів, що призводить до диференціації запасів вологи на схилах різноманітної експозиції: південні схили мають менший, а північні і східні – більший запас вологи. Вирівнювання укосів сприяє збільшенню щільності порід і зменшенню швидкості інфільтрації. Швидкість інфільтрації на нерівних укосах у чотири рази більше, ніж на вирівняній поверхні.

Періоди, необхідні для ущільнення різноманітних видів насипних ґрунтів під дією власної ваги, складають: планомірно насипних піщаних ґрунтів – 0,5-2 роки; глинистих ґрунтів – 2-8 років; відвалів піщаних ґрунтів – 2-5 років, відвалів шлаків, формувальної землі, відходів збагачувальних фабрик, золи тощо у залежності від складу – 2-10 років; звалищ ґрунтів, виробничих відходів і побутових відходів у залежності від складу – 10-30 років.

*Для запобігання негативним наслідкам осідання відвалів передбачають* їх багаторазове планування. Розрив в часі між плануваннями приймають не більше одного року. Час між завершенням утворення відвалу і початком робіт із створення кінцевих позначок рекультивованої поверхні може становити 1-3 роки.

*Технічний етап рекультивації території відкритих гірських виробіток починається* зі зняття родючого прошарку ґрунту на всіх площах, відведених під виробничі об'єкти підприємства. При відсутності умов для негайного використання знятий ґрунтовий прошарок укладають у зручних місцях (поруч із транспортними комунікаціями, біля меж рекультивованих ділянок і т. д.) Висота ґрунтових складів не повинна перевищувати 10-15 м. Їх поверхню необхідно засівати багаторічними травами. Ґрунт можна берегти не більше 10 років.

*При різноманітних системах розробки гірських порід відкритим способом* із метою забезпечення стійкості укосів відвалів і ефективної рекультивації їх поверхні для біологічного освоєння проводяться роздільні виїмка й укладка у відвали порід розкрити. Дренування підосви відвалів і підвищення стійкості забезпечуються при укладці в основу піщаних або розпушених твердих порід. У нижню частину відвалу слід вкладати також токсичні породи, у верхні горизонти (спільно або роздільно) – індиферентні і потенційно родючі ґрунти, а у випадку рекреаційного використання території – і рослинний шар.

**Параметри укосу** (кут укосу, ширина тераси, відстань між терасами) установлюють на основі вимог, що диктуються природному середовищу тією або іншою функціональною зоною, розміщеною на порушеній території. У разі використання території під промислову, селітебну зону або зону розміщення комунальних підприємств геометричні параметри установлюють виходячи з:

- планувального рішення освоєваної ділянки;
- типів і розмірів промислових або цивільних будинків;
- конструктивних особливостей будинків і споруд;
- умов розміщення устроїв зовнішнього транспорту і промислових зон;
- характеристик ґрунтів за міцністю.

**При улаштуванні водойм** особливу увагу треба приділяти стійкості прибережних схилів, гідрогеологічному режиму території, водопроникності чаші водоймища. При значній фільтрації необхідно влаштовувати екрани з глини або важких суглинків, що захищаються шаром місцевого ґрунту потужністю 30 см. Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог мінімальна глибина водоймищ повинна бути не менше 1,5 м.

При використанні порушених територій для рекреаційних цілей необхідно забезпечити нормальні умови для зростання дерев і чагарників і догляду за ними. Планування дорожньої мережі виконують з урахуванням організації поверхневого стоку.

**Склад заходів біологічного етапу рекультивації визначається:**

- функціональним використанням порушеної території;
- кліматичними і мікрокліматичними особливостями району проєктування;
- заходами технічного етапу рекультивації;
- складом і властивостями ґрунтів;
- породним складом зелених насаджень, що зростають у даній місцевості.

**Створення на порушених територіях необхідних умов для зростання різноманітних угруповань зелених насаджень залежить від** початкових заходів біологічної рекультивації. Землевання (комплекс робіт із зняття, транспортування і нанесення родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід на малопродуктивні угіддя з метою їх поліпшення) прискорює процес ґрунтоутворення завдяки більш інтенсивному розвитку корисних ґрунтових мікроорганізмів.

**Одним із простих засобів біологічної меліорації ґрунтів є** використання рослин-піонерів, спроможних підвищити біологічну активність ґрунтів (люпину багаторічного, буркуну й інших видів бобових рослин). З деревних порід до такого типу рослин відносять березу чорну і сіру вільху, вербу козячу, осіку, білу акацію.

**Товщина підготовленого ґрунтового шару при біологічній рекультивації кар'єрів і відвалів повинна складати, м:** для дерев – 0,7-1,0; для чагарників – 0,6- 0,8; для газонів – 0,3; для однолітніх і багаторічних квітів – відповідно 0,3 і 0,5-0,7 м.

**Технічний етап рекультивації при будівництві шляхів та інших лінійних об'єктів полягає** у зніманні в порушеній смузі шару ґрунту, створенні насипів з підґрунтя і покритті резервних ділянок гумусовим шаром.

**Під час геологорозвідувальних робіт гумусовий шар ґрунту** знімають повністю. Крім того, знімають 50 см горизонту, перехідного до породи, окремо складають, влаштовують резервуари для зберігання промивних рідин, які використовують у процесі буріння. Після того як закінчать буріння, зняті шари ґрунту і підґрунтя повертають на попереднє місце. Якщо необхідно, проводять хімічну меліорацію й вносять підвищені норми органічних добрив.

**Вироблені торфовища при фрезерному і машиноформувальному способах видобування торфу потрібно** повертати землекористувачам для використання їх під сіножаті, пасовища, заліснення та обводнення. З цією метою влаштовують осушувальну мережу, планують поверхню, споруджують дороги. Торфовища, вироблені гідроспособом, звичайно рекультивують для рибогосподарського використання. На них викорчовують та вивозять пеньки, планують та закладають осушувальну мережу. В Німеччині існує технологія ренатуралізації боліт і торфовищ.

**Для рекультивації територій полігонів твердих відходів щорічно потрібні** нові землі, приблизно 0,6 га на 100 тис. жителів.

**Містобудівне використання території полігону визначається такими чинниками:**

- обраною схемою складування відходів на полігоні;
- інженерно-геологічними особливостями території полігону і прилеглих територій;
- часом експлуатації полігонів.

**Особливості рекультивації полігонів полягають у** створенні оптимальних санітарно-гігієнічних умов для подальшого містобудівного використання і поліпшення інженерно-геологічних характеристик основи під забудову.

Необхідно враховувати, що в результаті біохімічних анаеробних реакцій на полігонах виділяються гази: метан, сірководень, водень і ін. Найбільш інтенсивне виділення газів відбувається в перші два роки експлуатації полігону. Проте виділення газу може відбуватися і коли минуть десятки років після закриття полігону, тому що розпад органічних речовин відходів, складуваних шарами товщиною більше 2 м на 50% відбувається за 57, а на 90% – за 950 років. Чим менше шар відходів, тим швидше відбувається розкладання.

Дослідження показали, що шар відходів потужністю 4 м за п'ять років не перетерпів ніяких змін, а шар відходів потужністю 1 м, перекритий землею, розклався цілком через 9 міс. Тому по мірі складування відходів на полігонах необхідно стежити за дотриманням нормативних товщин шарів і проводити ретельні вишукування з виявлення газів при рекультивації давно не експлуатованих полігонів. Якщо відходи покриті газонепроникним шаром, гази можуть накопичуватися в небезпечній концентрації. У цих випадках необхідно проводити дренавання.

***Слід також старанно досліджувати ґрунтові води територій, що відновлюються, і територій, що прилягають до старих полігонів.***

***При інженерно-геологічних вишукуваннях необхідно враховувати, що відходи мінералізуються від поверхні всередину протягом першого року – на 12, другого – на 21, третього – на 27, четвертого – на 38, п'ятого – на 45, шостого – на 75 і сьомого – на 100 см. При загальній висоті полігону понад 10 м за п'ять-шість років щільність відходів становить 0,75-0,85 т/м<sup>3</sup>, а висота робочого шару зменшується з 2 м до 1,3 м.***

***Технічний етап рекультивації територій полігонів проводиться в залежності від містобудівного використання або у вигляді повної заміни відходів на тривкий ґрунт (звичайно при використанні території для великого промислового будівництва), або у вигляді мінімального обсягу робіт із вертикального планування з наданням рельєфу необхідних ухилів (при цьому враховують товщину шару мінералізації відходів, вихід газів). Розбирати і використовувати під добрива можна тільки полігони побутових відходів.***

***Економічно вигідно використовувати побутові відходи як добриво при біологічній рекультивації порушених територій із підвищеною кислотністю.***  
Хімічний склад побутових відходів, % сухої речовини:

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| органічна речовина | 60,0-70,0;   |
| азот               | близько 1,0; |
| фосфор             | 0,44-0,53;   |
| калій              | 0,30-0,45.   |

Загальна кількість мікроорганізмів у побутових відходах складає близько 1 млрд. на 1 г сухої речовини. Вміст вапна значно перевищує його вміст у гної (3,6% проти 0,5%; рН 6-8).

***При проєктуванні забудови на території колишніх полігонів необхідно:***

- забезпечити стійкість основи;
- встановити і по можливості знизити розмір осідання будинків і споруд;
- забезпечити завершення інтенсивної частини осідання в заданий термін;
- виключити неприпустимі пружні деформації при русі транспорту.

***Будівництво на території колишніх полігонів можна починати тільки***

**після стабілізації поверхні.** При цьому повинні вживатися всі заходи, що передбачаються при зведенні будинків і споруд на сильно і нерівномірно стиснених породах: улаштування армованих поясів і осадових швів, розрізка будинків на окремі жорсткі відсіки, повна або часткова виїмка відходів, використання пальових фундаментів без розміщення першого поверху на рівні землі. Крутість укосів висотних полігонів залежить від висоти полігону:

| Висота полігону, м | Крутість укосу |
|--------------------|----------------|
| 20                 | 1:3,5          |
| 40                 | 1:5,0          |
| 60                 | 1:6,5          |
| 80                 | 1:7,0          |
| 100                | 1:9,0          |

**При біологічному етапі рекультивації необхідно враховувати,** що при ущільненні відходів сповільнюється швидкість розкладання органічних речовин відходів і утворюється непроникний шар, що твердіє при висиханні. Це, як правило, призводить до отруєння молодих саджанців окисом вуглецю. Тому верхній шар полігону потужністю 1,5 м потрібно складати з біокомпонентів, що розкладаються, – рослинних відходів і вуличного сміття. Цей шар не ущільнюють. Поверх вкладають шар чорнозему потужністю 0,5 м.

### **Рекомендована література**

1. Войтків П.С. Технології захисту та відновлення ґрунтів: методичний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2022. 104 с.
2. Цицюра Я.Г., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Пелех Л.В. Інноваційні підходи до фітореMediaції та фіторекультивації у сучасних системах землеробства. Монографія. Вінниця: ТОВ «Друк». 2022. 1200 с.
3. Управління земельними ресурсами : навч. посіб. / уклад. А.С. Попов; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2022. 214 с.
4. Управління земельними ресурсами та землекористуванням: базові засади теорії, інституціалізації, практики : монографія / за заг. ред. А. М. Третяка. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 227 с.
5. Панас Р.М. Екологія ґрунтів: навчальний посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2021. 481 с.
6. Войтків П. С. Технології захисту та відновлення ґрунтів : методичні вказівки для самостійної роботи студентів Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 50 с.
7. Моніторинг та охорона земель. Практикум : навчальний посібник / В. С. Мошинський, Т. В. Бухальська, А. Г. Ліщинський, Ж. В. Наконечна. Вид. 2- ге,

перероб. та доповн. Рівне : НУВГП, 2019. 202 с.

8. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.

9. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості: навчальний посібник / Забалуєв В.О., Балаєв А.Д., Тараріко О.Г. та ін.; за ред. д-рів, проф. В.О. Забалуєва та В.В. Дегтярьова. Вид. 2-ге, змін. і допов. Х.ФОП Бровін, 2017. 348 с.

10. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця : ВНТУ, 2013. 253 с.