

висуваються до основ будівель і споруд.

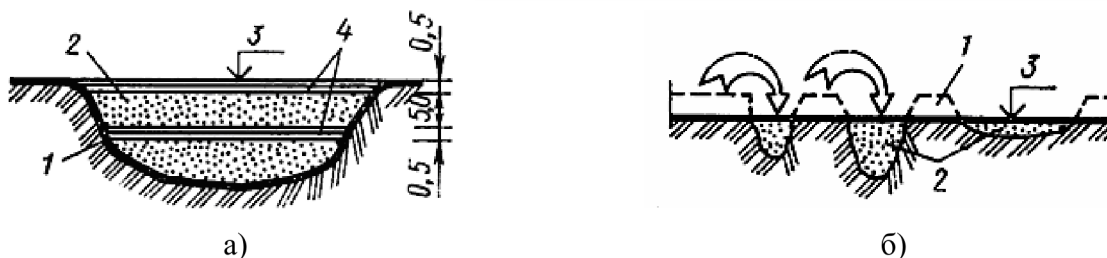


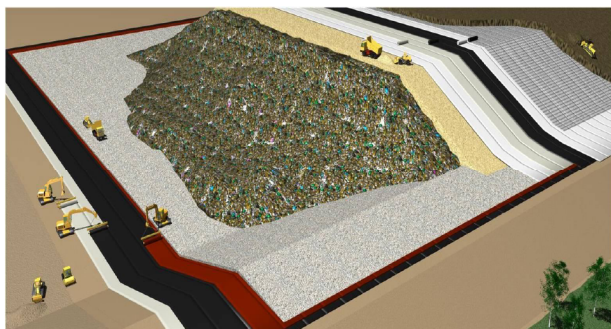
Рисунок 2.146 – Інженерні заходи із відновлення територій провалів:
а) засипання провалів породою териконів або порожньою шахтною породою; б) вирівнювання провалів завдяки ґрунту міжпровальних просторів до зниженої по відношенню до денної поверхні землі позначки;
1 – існуюча поверхня; 2 – закладний матеріал; 3 – проектна поверхня; 4 – шар глини

Особливості рекультивації полігонів полягають у створенні оптимальних санітарно-гігієнічних умов для подальшого містобудівного використання і поліпшення інженерно-геологічних характеристик основ під забудову. Необхідно враховувати, що в результаті біохімічних анаеробних реакцій на полігонах виділяються гази: метан, сірководень, водень та ін. Найбільш інтенсивне газовиділення відбувається в перші два роки експлуатації полігону. Однак виділення газу може відбуватися і після закінчення десятків років після закриття полігону. Проведені дослідження показали, що шар відходів потужністю 4 м за п'ять років не зазнав ніяких змін, а шар відходів потужністю 1 м, перекритий землею, розклався повністю через 9 місяців [94]. Якщо відходи покриті газонепроникним шаром, гази можуть накопичуватися в небезпечній концентрації. У цих випадках необхідно проводити дренавання. Варто також ретельно дослідити ґрунтові води відновлюваних і прилеглих території старих полігонів.

Технічний етап рекультивації полігонів проводиться залежно від містобудівного використання: або у вигляді повної заміни відходів на міцний ґрунт (зазвичай у разі використання території для великого промислового будівництва), або у вигляді мінімального обсягу робіт з вертикального планування з наданням рельєфу необхідних ухилів. Розбирати і використовувати під добриво можна тільки полігони побутових відходів. Економічно вигідно використовувати побутові відходи як добриво за біологічної рекультивації порушених територій з підвищеною кислотністю [94].

Будівництво на території колишніх полігонів можна розпочинати тільки після стабілізації поверхні. Водночас повинні застосовуватися всі заходи, що передбачаються під час зведення будівель і споруд на сильно і нерівномірно стисливих породах: влаштування армованих поясів і осадових швів, розрізання будівель на окремі жорсткі відсіки, повна або часткова виїмка відходів, використання паливних фундаментів без розміщення першого поверху на рівні землі.

Для рекультивації і господарчого використання полігонів побутових відходів розроблено нові сучасні типи полігонів і інноваційні технології їхнього формування та експлуатації (рис. 2.147).



а)



б)

Рисунок 2.147 – Схеми побудови і рекультивації полігонів нових типів
а) загальний вид формування полігонів нових типів; б) розріз полігону

Для розроблення заходів із *рекультивації золошлаковідвалів та хвостосховищ* передусім необхідно вивчення їхніх мінералогічних, геометричних, агрокліматичних та екологічних характеристик та умов.

Основні інженерні заходи з рекультивації хвостосховищ: створення дренажних призм із крупнозернистих різновидів хвостів у хвостосховищі для забезпечення прискореної рекультивації заповнених секцій; створення геохімічного бар'єра з кальцієвмісних порід, потенційно родючих порід і ґрунтів; створення перехідних ґрунтових горизонтів, що дозволяє підвищити вологезабезпеченість і збільшити врожайність сільськогосподарських культур на 35–40 %; рекультивація укосів дамб обвалування, за допомогою створення екрану з глини, нанесення суміші суглинків, що дозволяють акумулювати всю вологу атмосферних опадів і різко покращити лісорослинні умови рекультивованої території; закріплення пилюючих хвостосховищ за допомогою екологічно чистих способів, на основі використання місцевих матеріалів (цементу, вапна, глини та їхніх комбінацій). Рекомендується застосовувати цементувальні склади для закріплення укосів дамб обвалування. Пляжні зони доцільно закріплювати глинистими розчинами з додаванням цементуючих складів.

При біологічній рекультивації хвостосховищ із токсичними ґрунтами необхідно проводити захисні заходи. Для запобігання вилуговування атмосферними опадами токсичних компонентів хвостів і забруднення ними ґрунтових вод використовують водотривкий екран – шар глинистих або важких суглинних ґрунтів потужністю 20 см. З метою захисту рослин від висхідних потоків вод, мінералізованих токсичними речовинами хвостосховищ, укладають капілярно-перериваючий шар ґрунту, наприклад глинистого, завтовшки 20–30 см [94]. Зверху укладають потенційно родючі ґрунти і, за необхідності, гумусовий шар

грунту. Потужність останніх двох шарів залежить від розміщуваних рослинних угруповань, вибір яких визначається, насамперед, містобудівним використанням території. Експериментально доведено, що для формування сталого травостою на хвостосховищі необхідно наносити шар ґрунту не менше 10 см.

На рисунку 2.148 зображено початковий етап – будівництво та завершальний етап – рекультивацію золовідвалів.

Для використання золи золошлаковідвалів як субстрат для вирощування рослин золу необхідно окисляти (рН 8–10) і збагачувати поживними речовинами з використанням добрив [94]. Одним із ефективних способів зміни рН золи є підмішування до них третинних гірських порід, що мають сильноокислу реакцію. Передусім можна використовувати такі деревні і чагарникові породи, як береза бородавчаста, тополя, обліпиха, вільха. Пізніше можна посіяти овсяник червоний, буркун білий.



а)



б)

Рисунок 2.148 – Будівництво та рекультивація золовідвалів

а) будівництво золовідвалу Естонської ТЕС; б) золовідвал Балтійської ТЕС після рекультивації

2.10.3 Практика реалізації проектів відновлення порушених територій для міського будівництва

У практиці містобудівного освоєння техногенних територій промислових підприємств України є ціла низка прикладів ефективного проведення інженерної підготовки порушених територій і ***зведення об'єктів будівництва безпосередньо на відвалах промислових відходів (будівельний напрямок рекультивації)***.

У Донецьку є досвід зведення на спланованій шахтній породі двох дев'ятиповерхових житлових будинків, а також баштової градирні на металургійному заводі. Під час реконструкції шахти ім. Ілліча в місті Стаханові (Луганська область) будівлю вентиляційної установки зведено також на відвальних породах рекультивованого терикону [12].

Ще один із прикладів – рекультивація 30-метрового терикону на кордоні міст Донецьк і Макіївка. У 2013 році трохи більше місяця знадобилося, щоб зрівняти з землею 900 тис. тонн породи і побудувати на цьому місці гіпермаркет (на весь проект пішло близько 20 млн євро). Подібний будмайданчик може з'явитися і в районі шахти ім. Засядька. Там вирішили не відсипати черговий терикон, а засипати породою велику балку, вирівнюючи рельєф.

Нижче на рисунку 2.149 показані приклади розміщення промислового майданчика мартенівського цеху Алчевського металургійного комбінату (місто Алчевськ, Луганська область) на шлакових відвалах [11].

Однак наразі кількість випадків здійснення будівництва на техногенних територіях промислових відвалів порівняно невелика, що спонукає до обережності при прийнятті рішень про забудову відвалів. У порівнянні з будівництвом в природних умовах, виникає необхідність врахування додаткових факторів, без опрацювання яких ведення будівництва на промислових відвалах не може вважатися допустимим. До них необхідно зарахувати насамперед питання екології території забудови та відому неоднорідність складання і нерівномірність розподілу міцності і деформативних властивостей порід.



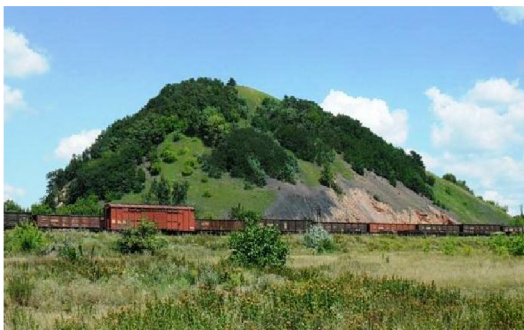
Рисунок 2.149 – Зведення будівель і споруд на відвалах промислових відходів

Завдання, отже, полягає в необхідності правильно оцінити можливий негативний вплив техногенних територій на життєдіяльність людини, а також величину впливу деформацій земної поверхні і вибрати раціональні екологічні та інженерно-будівельні проектні рішення комплексу заходів з інженерної підготовки міських територій. Тому найбільш перспективним на цьому етапі є озеленення відвалів (рис. 2.150, а) і використання територій, займаних породними відвалами, під об'єкти, які не потребують високих капітальних витрат і забезпечують швидку окупність вкладених коштів. До таких споруд належать: гаражі, оглядові майданчики (рис. 2.150, б), спортивні споруди відкритого типу, торговельні майданчики, склади різного призначення, рекреаційні зони [10].

Захисно-декоративне озеленення відвалів може поєднувати в собі дві

необхідні функції: з одного боку, відновлення фітогеосфери дозволить знизити шкідливий вплив відвалів на навколишнє міське середовище, а з іншого – законсервувати відвали для подальших розробок як техногенних родовищ корисних копалин. Широкий розвиток цього напрямку в Донбасі стримується поки малою приживлюваністю саджанців і насіння на відвалах через низькі агротехнічні характеристики шахтної породи, а покриття поверхонь породних відвалів рослинним ґрунтом вимагає значних витрат, що не виправдовує містобудівну мету рекультивації. У зв'язку з цим перспективним напрямком є створення штучних ґрунтів для озеленення відвалів з використанням нових фітотехнологій.

Цікаві пропозиції щодо будівництва на шахтних відвалах екологічно чистих джерел електроенергії – *вітроелектростанцій*. На територіях закритих шахт є підстанції, які можна використовувати в комплексі з електростанціями, розміщеними на зміцнених терасах відвалів. Дослідження потоків повітря навколо териконів показують п'ятикратне збільшення швидкості повітря на 60-метрових вершинах відвалів, а вітроелектростанції економічно доцільно будувати за середньорічної швидкості вітру понад 6 м/с. Такі повітряні характеристики відкривають непогані перспективи будівництва вітроелектростанцій на рекультивованих шахтних відвалах і використання енергії вітру для енергопостачання міських мікрорайонів.



а)



б)

**Рисунок 2.150 – Використання териконів для озеленення та рекреаційних цілей:
а) приклади озеленення породних відвалів; б) оглядовий майданчик на териконі біля
стадіону «Шахтар» (м. Донецьк, парк ім. Щербакова)**

Проект використання териконів як майданчиків для добування вітрової енергії був розроблений в Українському інституті гірничої геології, геомеханіки і маркшейдерської справи НАН України в Донецьку. Якщо встановити кілька турбін по периметру терикону (від десяти і більше, залежно від його габаритів) то показники сили постійного вітру в 5–6 м/с можна перетворити в електрику. Групи вітряків, споруджених на одному териконі і з'єднаних в одну систему, зможуть виробляти таку кількість електроенергії, якої вистачить на енергопостачання одного донецького мікрорайону. Але ж тільки в одному Донецьку знаходиться понад 100 териконів. Проект вітроелектростанцій розроблений спеціально для височин. Розробка таких електростанцій достатньо ефективна, оскільки їхні основні конструктивні елементи можуть бути зроблені з полімерних матеріалів, легших і надійних в експлуатації. Те, що вітрогенератори розташовані на височині, збільшує їхню продуктивність у кілька разів, порівняно з їхніми аналогами на рівнинах.

Комплексне вирішення проблеми утилізації відходів видобутку і збагачення вугілля, а також містобудівного освоєння техногенних територій мають важливе екологічне і соціально-політичне значення. З одного боку, зберігання відходів супроводжується негативним впливом на навколишнє середовище і економічними витратами на нейтралізацію таких впливів, з іншого – відходи виробництва є техногенним родовищем, тобто ресурсним потенціалом для випуску в майбутньому різної номенклатури продукції з одночасним зниженням екологічного навантаження на навколишнє середовище і відновленням її відтворювального потенціалу. Крім того, утилізація промислових відходів і рекультивація порушених територій дозволяє створювати нові робочі місця і ефективно вирішувати проблему зайнятості населення вугільних регіонів у ході ліквідації шахт.

Особливо цікаво подивитися на *досвід інших країн*, які вже достатньо давно працюють у напрямку трансформації і містобудівного використання промислових зон.

Одним з таких прикладів рекультивації виробничих територій і реновації промислових будівель і споруд у Німеччині є *культурно-розважальний центр, розташований на колишній шахті «Цольферайн»* (рис. 2.151).

Шахта «Цольферайн» – недіюча кам'яновугільна шахта в місті Ессен (Німеччина, федеральна земля Північний Рейн-Вестфалія), яка побудована на початку 1930 року і була однією з найбільших і найпродуктивніших шахт Рурського регіону. Із 2001 року шахта «Цольферайн» є об'єктом всесвітньої спад-

щини ЮНЕСКО і визнана світовою культурною спадщиною і рукотворним дивом техніки, яке необхідно зберегти як свідка індустріального прогресу.



Рисунок 2.151 – Промисловий майданчик шахти «Цольферайн» до і після рекультивації

Сама шахта була закрыта в 1986 році як економічно не перспективна. Однак споруди на території шахти та збагачувальної фабрики збереглися в посатковому вигляді і перетворилися в культурний і творчий центр Ессена, тематичну станцію регіонального проекту «Шлях індустріальної культури» Рурського регіону. Тут можна відвідати музей «Дорога вугілля», музей Рурського регіону, дизайн-центр землі Північний Рейн-Вестфалія, музей кераміки «Margaretenhöh», виставку сучасного мистецтва. До того ж було придумано цікаве рішення: взимку уздовж промислових будівель заливають ковзанку, а влітку там працює басейн.

Ще одним реалізованим проектом рекультивації міських територій є «Парк часу» в Портелло (Мілан, Італія). Проект Nuovo Portello – це житлові й офісні будівлі, торговий центр і ландшафтний парк, виконані одним з найвідоміших в світі ландшафтних архітекторів Чарльзом Дженксом (рис. 2.152).

У «Парку часу» три домінуючих пагорби, що символізують минуле, сьогодення і майбутнє Мілана. Двадцятидвохметровий пагорб «Спіраль часу» одночасно використовується як виставковий та оглядовий майданчик. Крім естетичної функції пагорби мають і суть практичне навантаження: у тіло пагорбів

зарили будівельне сміття, їхня форма є шумовим екраном для двох великих автомагістралей, що пролягають поблизу.



Рисунок 2.152 – Реалізація проекту «Парк часу» в Портелло (м. Мілан, Італія)

Проект «Парк квітів «Пагорб птахів» (Parc Floral de la Colline aux Oiseaux de Caen) у Франції, у нормандському місті Кан. Із моменту свого заснування парк став великим експериментальним майданчиком, де відпрацьовуються програми рекультивації земель та озеленення міст, природного садівництва і гармонійного співіснування природи і людини (рис. 2.153). Він розташований на північному заході міста Кан і займає площу 17 га. Звідси відкривається прекрасний панорамний вигляд на місто і його околиці. Парк розбитий на кілька зон і садів, а головною його прикрасою є величезний розарій. Із 1923 до 1973 роки на місці існуючого парку розташовувався муніципальний сміттєвий полігон, який отримав назву «Пагорб птахів» через велике скупчення пернатих, які люблять подібні місця. Сюди скидалися відходи металургійного виробництва і тверді побутові відходи.

На початку 1990-х років металургійне виробництво було переведено в Південно-Східну Азію, а місто Кан, столицю Нормандії, стали розвивати як туристичний центр. Зважаючи на це, прийнято рішення про ліквідацію сміттевого полігону і перетворення старого звалища в квітучий сад. У ході рекультивації було завезено 100 тис. м³ ґрунту, отриманого в ході будівництва стадіону д'Орнано (Stade Michel d'Ornano), виконано озеленення та благоустрій території. Щорічно парк відвідує близько 380 тисяч чоловік. Головною визначною

пам'яткою парку є гігантський розарій, який налічує понад 15 тис. троянд старовинних і сучасних сортів.



Рисунок 2.153 – Парк квітів «Пагорб птахів» (м. Кан, Франція)

Проект «Екомісто 2020» (Eco-city 2020) передбачає будівництво гігантської споруди всередині рукотворного кратера в надрах знаменитої кімберлітової трубки «Мир», розташованої неподалік якутського міста Мирний (Росія) (рис. 2.154, а). Цей кар'єр, що залишився після промислової розробки алмазів, видобуток яких відкритим способом було припинено тут у 2001 році, є другим за величиною штучним отвором у поверхні планети. Його верхній діаметр складає 1 200 м, а глибина більше 520 метрів.



а)



б)

Рисунок 2.154 – Проект «Екомісто 2020»

а) кар'єр, що залишився після промислової розробки алмазів; б) проектні пропозиції щодо будівництва екоміста

Проектувальники архітектурного бюро «Еліс» (м. Москва, Росія) запропонували перекрити котлован світлопрозорим куполом, по стінках спорудити бетонну конструкцію, яка буде розпірати кратер зсередини (рис. 2.154, б). Завдяки додатної температури землі в утвореному об'ємі температура буде значно м'якше, ніж на поверхні. Простір пропонується розбити на три яруси: нижній – для вирощування сільгосппродукції (так звана вертикальна ферма), середній – лісопаркова зона, що очищає повітря, і верхній – для постійного перебування людей, що має житлову функцію і слугує для розміщення адміністративних і соціокультурних будівель і споруд. Місто, загальна площа якого становитиме 3 млн м², розраховане на 30 тисяч жителів. За задумом творців проекту, місто не тільки допоможе реабілітувати екологію промислової зони, але і зробіть життя людей максимально комфортним в умовах суворого клімату Якутії.

Фахівці-архітектори відзначають, що концепція підземного міста далека від реальності. Це типовий приклад так званої паперової архітектури, для якої характерні нічим не стримуваний політ фантазії, сміливі ідеї, які часом не мають ніякого відношення до реальності. Фактично проект технічно здійснений, але економічно недоцільний.

Ландшафтний парк «Дуйсбург-Норд» (Німеччина) є одним із найбільш великих парків у всьому світі, тому що його територія сягає 200 акрів. Раніше на його місці знаходився металургійний завод під назвою «Мейдеріх», який налічував 5 доменних печей. Відпрацювавши свої роки, він був закритий, але не відданий під знесення, а за рішенням місцевої влади увічнений в зеленому, затишному парку (рис. 2.155).



Рисунок 2.155 – Ландшафтний парк «Дуйсбург-Норд» (Німеччина)

Сьогодні індустриальні машини прикрашають невеликі галявини, фонтани і акуратні алеї. Найпопулярнішим місцем у парку є споруджений в колишньому газосховищі дайвінг-центр; у старій електростанції організовано місце для виступів, концертів і виставок сучасних художників; у будівлі колишнього сталеливарного цеху знаходиться кінотеатр під відкритим небом. Щорічно в парк приїжджає близько 500 тисяч туристів.

Економічна ефективність рекультивації і містобудівного освоєння порушених територій в Україні буде зростати внаслідок розвитку процесів приватної власності на землю, впровадження ринкових підходів до оцінки вартості земель, урбанізації районів промислових розробок, збільшення обсягів переробки та утилізації відходів промисловості.

Запитання для самоконтролю

- 1. Подайте поняття рекультивації порушених земель.*
- 2. Що таке відкрита і підземна розробка корисних копалин?*
- 3. Що таке техногенний ландшафт і техногенний рельєф?*
- 4. Поясніть терміни «кар'єрна виїмка» і «відвал».*
- 5. Чим відрізняється прогин земної поверхні від провалу?*
- 6. Як класифікують порушені території?*
- 7. Перерахуйте основні роботи технічного та біологічного етапів рекультивації.*
- 8. Назвіть основні вимоги до рекультивації земель при сільськогосподарському, лісогосподарському та водогосподарському напрямках.*
- 9. Основні заходи рекультивації земель при рекреаційному напрямку.*
- 10. Назвіть основні вимоги при будівельному напрямку рекультивації.*
- 11. Відновлення територій, порушених шахтними відвалами, для містобудування.*
- 12. Напрямки рекультивації кар'єрів.*
- 13. Містобудівне освоєння територій провалів і прогинів.*
- 14. Зобразіть схеми містобудівного освоєння порушених територій.*
- 15. Назвіть українські проекти містобудівного освоєння територій промислових відвалів.*
- 16. Назвіть зарубіжні приклади рекультивації порушених територій.*

2.11 Інженерна підготовка міських територій із гірничими виробками

2.11.1 Планування та забудова підроблюваних територій

Розвиток районів добувної промисловості пов'язано з особливими умовами будівництва при поширенні залягання корисних копалин. Великі провали земної поверхні в містах та селищах таких районів – результат підземних гірничих виробок, що ведуться протягом кількох десятиліть (рис. 2.156). На підроб-