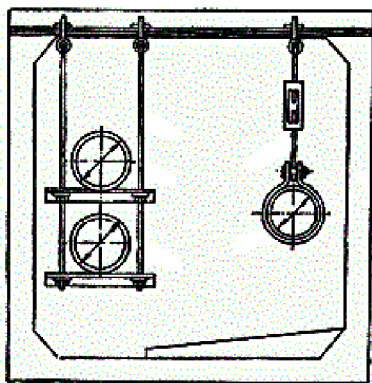


Підземні комунікації укладають у загальний колектор для вільного контролю за станом інженерних мереж під час землетрусів (рис. 2.135). Елементи водовідвідних і дренажних систем виконують із гнучким з'єднанням стиків. На мережах влаштовують аварійні випуски для захисту території від затоплення стічними водами у випадку аварії.



**Рисунок 2.135 – Колектор для підземних комунікацій**

Рівні ґрунтових вод знижують дренажами на більшу глибину, ніж потрібно, тому що цим знижується сейсмічність [4].

Гідротехнічні споруди доцільно розташовувати на ділянках, віддалених від тектонічних розламів [4]. Не рекомендується розміщувати гідротехнічні споруди на ділянках, де протилежні схили складені з порід, що різко відрізняються механічними властивостями. Слабкі ґрунти необхідно вилучати чи укріплювати.

#### *Запитання для самоконтролю*

1. Що називають осипом, обвалом? Назвіть їхню класифікацію.
2. Які особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів.
3. Що таке лавина? Причини утворення і класифікація лавин.
4. Які заходи застосовують для боротьби з лавинами?
5. Що таке селі? Які причини утворення селів?
6. Як класифікують селі?
7. Які заходи застосовують для боротьби із селевими потоками.
8. Що таке землетрус? Що таке гіпоцентр, епіцентр землетрусів?
9. Причини виникнення землетрусів.
10. Які явища можуть супроводжувати землетруси?
11. Які особливості інженерної підготовки в сейсмічних районах?

## **2.10 Рекультивация порушених територій для міського будівництва**

### **2.10.1 Класифікація та характеристика порушених територій**

Під час забудови нових і реконструкції освоєних територій в практиці вітчизняного і зарубіжного містобудування досить часто виникає необхідність в інженерній підготовці територій, порушених у результаті виробничої діяльності людини. Значну площу серед порушених територій складають ділянки в місцях розробок вугільних, рудних і нерудних родовищ. Дані про сучасні та перспективні порушення територій сприяють виявленню територіальних резервів при складанні планів розвитку міст і прилеглих районів. Типи порушення, їхні гео-

метричні параметри і розміщення в плані міста визначає складність і характер відновних заходів для містобудівного освоєння.

Об'єктом рекультивації виступають, насамперед, гірничопромислові ландшафти. За організації проведення рекультиваційних робіт у практиці застосовуються два види рекультивації земель: подальша (проводиться після завершення видобутку копалин); попутна (поєднується з видобутком).

Нижче на рисунку 2.136 показаний приклад рекультивації території, порушеної відкритими гірничими роботами.



а)



б)

**Рисунок 2.136 – Аерозйомка ділянок гірничих робіт:  
а) до рекультивації; б) після рекультивації**

Класифікація порушених земель *за напрямками рекультивації* подана в таблиці 2.10 [19].

**Таблиця 2.10 – Класифікація порушених земель за напрямками рекультивації**

<b>Група порушених земель за напрямками рекультивації</b>	<b>Вид використання рекультивованих земель</b>
1 Землі сільськогосподарського напрямку рекультивації	Рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження
2 Землі лісогосподарського напрямку рекультивації	Лісонасадження загального господарського та пожегозахисного призначення, лісорозсадники
3 Землі водогосподарського спрямування рекультивації	Водойми для господарсько-побутових, промислових потреб, зрошення та рибницькі
землі рекреаційного напрямку рекультивації	Зони відпочинку і спорту: парки та лісопарки, водоймища для оздоровчих цілей, мисливські угіддя, туристичні бази і спортивні споруди
4 Землі природоохоронного і санітарно-гігієнічного напрямків рекультивації	Ділянки природоохоронного призначення: протиерозійні лісонасадження, задерновані або обводнені ділянки, ділянки, закріплені або законсервовані технічними засобами, ділянки самозарастання – спеціально не упорядковані для використання в господарських або рекреаційних цілях
5 Землі будівельного напрямку рекультивації	Майданчики для промислового, цивільного та іншого будівництва, включаючи розміщення відвалів відходів виробництва (гірничих порід, будівельного сміття, відходів збагачення та ін.)

Порушені землі за *техногенним рельєфом для рекультивації* класифікують так [19]:

а) землі, порушені під час відкритих гірничих робіт (рис. 2.137):

- виїмки кар'єрні;
- відвали внутрішні;
- відвали зовнішні;

б) землі, порушені під час підземних гірничих робіт (рис. 2.138):

- провали;
- прогини;
- відвали;

в) землі, порушені під час складування промислових, будівельних і комунально-побутових відходів (рис. 2.139):

- відвали;

г) землі, порушені під час будівництва лінійних споруд:

- виїмки земляні;
- насипи земляні;



а)



б)



в)

**Рисунок 2.137 – Землі, порушені під час відкритих гірничих робіт:**

- а) Домбровський кар'єр з видобутку калійно-магнієвих солей (м. Калуш, Україна);  
б) алмазний рудник (м. Мирний, Якутія, Росія); в) відвали вскриши (м. Кривий Ріг, Україна)



а)



б)



в)

**Рисунок 2.138 – Землі, порушені під час підземних гірничих робіт:**

- а) провал (Верхньокамське родовище калійних і магнієвих солей, м. Березники, Пермський край, Росія); б, в) шахтні відвали (Донбас, Україна)



а)

б)

в)

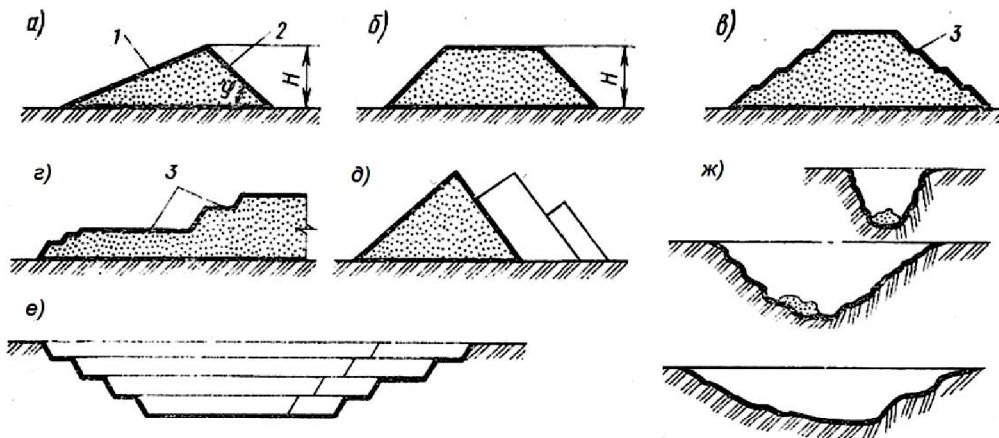
**Рисунок 2.139 – Землі, порушені під час складування промислових, будівельних і комунально-побутових відходів:**

**а) золівідвал (Естонська сланцева теплова електростанція, м. Нарва, Естонія); б) шлаковий відвал металургійного виробництва, в) полігон твердих побутових відходів**

- виїмки кар’єрні й земляні;
- відвали й насипи земляні.

Класифікація порушених земель *за характером обводнення* (зволоження) [19]: *сухі, помірно вологі, перезволожені, обводнені.*

Поширеною формою *шахтних відвалів є териконик* (рис. 2.140, а) [19]. Оскільки породи, що їх утворюють, вільно падають із вагонеток або скіпів, що розвантажуються на вершині, лобовий схил відвалів знаходиться в межах кута природного укосу шахтної породи. Хвостовий схил зазвичай складається під меншим кутом – 12–20°. Висота териконів може досягати 50 м і більше. Певні шахтні породи здатні самозайматися, якщо вони складені у відвали висотою більше 10 м. У сучасних умовах виробництва відвалам надають плоску або терасоподібну форму рельєфу (рис. 2.140, б, в).



**Рисунок 2.140 – Схеми техногенного рельєфу порушених територій:**

**а) териконик; б) плоский відвал; в, г) терасування схилів відвалів; д) відвали вскриши; е) кар’єрна виїмка; ж) провали, прогини;**  
**1 – хвостовий схил; 2 – лобовий схил; 3 – тераса**

*Відвали вскриши* – це відходи відкритих розробок корисних копалин, зазвичай розкривних порід. Розміри і форма відвалів різні і залежить від гірничо-

технічних умов, що визначає технологія відвалоутворювання (рис. 2.140, д). Відмінною особливістю таких відвалів є значна площа, займана ними. Розміри територій, що знаходяться під відвалами розкривних порід, можуть перевершувати площу відпрацьованого кар'єру в 3–4 рази.

**Кар'єри** є гірничими виробками, утвореними під час видобутку корисних копалин відкритим способом. Зазвичай вони мають регулярні схили, що спускаються вниз терасами (рис. 2.140, е). З плином часу ці схили втрачають геометричність форм під дією вітру й атмосферних опадів.

Кар'єри, що залишаються в результаті розробки будівельних матеріалів, зазвичай розташовані уздовж річкових берегів і займають невеликі площі. Вони часто виявляються залитими ґрунтовими і поверхневими водами. Великі кар'єри, розташовані на великих площах, охоплюють вододіли і найчастіше не обводнені.

**Провали і прогини** на поверхні землі (рис. 2.140, ж) утворюються в результаті обвалення даху підземних виробок і пустот, коли вони залягають на невеликій глибині. Обсяг руйнувань нерідко буває значним, якщо геологія ділянки представлена наносними ґрунтами – піщаними та глинистими. Провали іноді охоплюють великі площі, а глибина воронок обвалення сягає 50 м.

Провали і прогини залежить від багатьох факторів, зокрема від глибини підробки і потужності вийманого пласта. Максимальне осідання досягає 90 % потужності пласта, що виймають, і зменшується в міру збільшення глибини залягання пустот.

### ***2.10.2 Особливості інженерної підготовки під час рекультивації порушених територій***

**Розробка проектів рекультивації** порушених територій повинна проводитися з урахуванням таких факторів [19]:

- природних умов району (кліматичних, геологічних, гідрологічних, вегетаційних);
- розташування порушеної ділянки;
- перспективи розвитку району розробок;
- фактичного або прогнозованого стану порушених земель до моменту рекультивації (площі, форми техногенного рельєфу, ступеня природного заростання, своєчасного і перспективного використання порушених земель, наявності родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід, прогнозу рівня ґрунтових вод, підтоплення, осушення, ерозійних процесів, рівня забруднення ґрунту);
- показників хімічного і гранулометричного складу, агрохімічних і агро-

фізичних властивостей, інженерно-геологічної характеристики розкривних і вміщуючих порід і їх сумішей у відвалах;

- господарських, соціально-економічних і санітарно-гігієнічних умов району розміщення порушених земель;

- терміну використання рекультивованих земель з урахуванням можливості повторних порушень;

- охорони навколишнього середовища від забруднення її пилом, газовими викидами і стічними водами відповідно до встановлених норм ГДВ і ГДК;

- охорони флори і фауни.

Рекультивація порушених земель повинна здійснюватись у два послідовних етапи: *технічний і біологічний* [19]. Технічний етап рекультивації (технічна рекультивація) – це етап, що включає підготовку земель для подальшого цільового використання в народному господарстві. Біологічна рекультивація – це комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів із відновлення родючості порушених земель.

Під час проведення *технічного етапу рекультивації* залежно від напрямку рекультивованих земель мають бути виконані основні роботи:

- грубе і чисте планування поверхні відвалів, засипання нагірних, водопідвідних, водовідвідних каналів;

- надання укосу пологого схилу або терасування укосів;

- засипання й планування шахтних провалів;

- звільнення рекультивованої поверхні від великогабаритних уламків порід, виробничих конструкцій і будівельного сміття з подальшим їх похованням або організованим складуванням;

- будівництво під'їзних шляхів до рекультивованих ділянок, побудова в'їздів і доріг на них з урахуванням проходу сільськогосподарської, лісогосподарської та іншої техніки;

- побудова, за необхідності, дренажної, водовідвідної, зрошувальної мережі та інших гідротехнічних споруд;

- облаштування дна і бортів кар'єрів, оформлення залишкових траншей, укріплення укосів;

- ліквідація або використання гребель, дамб, насипів, засипання техногенних озер і проток, благоустрій русел річок;

- створення та поліпшення структури рекультивованого шару, меліорація токсичних порід і забруднених ґрунтів, якщо неможливе їхнє засипання шаром потенційно родючих порід;

- створення, за необхідності, екранувального шару;

- покриття поверхні потенційно родючими і (або) родючими шарами ґрунту;
- протиерозійна організація території.

Землі, що рекультивуються, і прилегла до них територія після завершення всього комплексу робіт із технічної рекультивації повинні становити оптимально організований і екологічно збалансований стійкий ландшафт.

Під час проведення *біологічного етапу рекультивації* мають бути враховані вимоги до рекультивації земель за напрямками їхнього використання. Біологічний етап повинен здійснюватись після повного завершення технічного етапу. Земельні ділянки в період здійснення біологічної рекультивації в сільськогосподарських і лісгосподарських цілях мають проходити стадію меліоративної підготовки.

***Вимоги до рекультивації земель при сільськогосподарському напрямку*** повинні містити [19]:

- формування ділянок порушених земель, зручних для використання по рельєфу, розмірами і формою, поверхневий шар яких має бути складений породами, придатними для біологічної рекультивації;
- планування ділянок порушених земель, що забезпечує продуктивне використання сучасної техніки для сільськогосподарських робіт і унеможлиблює розвиток ерозійних процесів і зсувів ґрунту;
- нанесення родючого шару ґрунту на малопродатні породи під час підготовки земель під рілля;
- використання потенційно родючих порід з проведенням спеціальних агротехнічних заходів у разі відсутності або нестачі родючого шару ґрунту;
- виконання ремонту ділянок, що рекультивуються;
- проведення інтенсивного меліоративного впливу з вирощуванням однорічних, багаторічних злакових та бобових культур для відновлення і формування кореневого шару і його збагачення органічними речовинами при застосуванні спеціальних агрохімічних, агротехнічних, агролісомеліоративних, інженерних і протиерозійних заходів;
- отримання висновку агрохімічної і санітарно-епідеміологічної служби від відсутності небезпеки виносу рослинами речовин, токсичних для людини і тварини.

У проекті рекультивації земель сільськогосподарського призначення нормативні вимоги зводяться до створення біологічно продуктивних ділянок земної поверхні з необхідними умовами для росту і розвитку рослин.

***Вимоги до рекультивації земель при лісогосподарському напрямку*** повинні містити [19]:

- виконання ремонту ділянок, що рекультивуються;
- створення насаджень експлуатаційного призначення, а за необхідності, лісів захисного, водорегулювального і рекреаційного призначення;
- створення рекультиваційного шару на поверхні укосів і берм відвалів із дрібноземлистих нетоксичних матеріалів, сприятливих для вирощування лісу;
- визначення потужності та структури рекультиваційного шару залежно від властивостей гірських порід, характеру водного режиму та типу лісонасаджень;
- планування ділянок, що не допускає розвиток ерозійних процесів і забезпечує безпечне застосування ґрунтообробних, лісосадильних машин і машини із догляду за посадками;
- створення в несприятливих ґрунтових умовах лісонасаджень, що виконують меліоративні функції;
- підбір деревних і чагарникових рослин із класифікацією гірських порід, характером гідрогеологічного режиму та інших екологічних факторів;
- організація протипожежних заходів.

При лісогосподарському напрямку рекультивації нормативні вимоги зводяться до створення біологічно продуктивних ділянок земної поверхні з необхідними умовами для росту і розвитку рослин.

***Вимоги до рекультивації земель при водогосподарському напрямку*** повинні охоплювати [19]:

- створення водойм різного призначення в кар'єрних виїмках, траншеях, деформованих ділянках шахтних полів;
- комплексне використання водойм переважно для водопостачання, рибницьких і рекреаційних цілей, зрошення;
- будівництво відповідних гідротехнічних споруд, необхідних для затоплення кар'єрних виїмок і підтримання в них розрахункового рівня води;
- заходи щодо запобігання зсувів і розмиву укосів водойм;
- екранування токсичних порід, ложа і бортів водойм і пластів, схильних до самозаймання, у зоні змінного рівня і вище рівня води;
- захист дна і берега від можливої фільтрації;
- заходи щодо запобігання потрапляння в водоймах кислих або лужних підземних вод і підтримання сприятливого режиму і складу води відповідно до санітарно-гігієнічних норм;
- заходи з благоустрою території та озеленення укосів.



**Вимоги до рекультивації земель при санітарно-гігієнічному напрямку** повинні охоплювати [19]:

– вибір засобів консервації порушених земель залежно від стану, складу і властивостей складових порід, природно-кліматичних умов, техніко-економічних показників;

– узгодження всіх заходів із технічної і біологічної рекультивації під час консервації порушених земель з органами санітарно-епідеміологічної служби;

– застосування в'язучих матеріалів для закріплення поверхні порушених земель, що не впливають негативно на навколишнє середовище і мають достатню водоміцність і стійкість до температурних коливань;

– нанесення екранувального шару ґрунту з потенційно родючих порід на поверхню промислових відвалів, складених непридатним для біологічної рекультивації субстратом;

– виконання меліоративних робіт;

– консервація шламовідстійників, хвостосховищ, золівідвалів і інших промислових відвалів, що містять токсичні речовини, з дотриманням санітарно-гігієнічних норм;

– закріплення промислових відвалів технічними, біологічними або хімічними способами.

Отже, при санітарно-гігієнічному напрямку рекультивації нормативні вимоги зводяться до виконання завдань, необхідних для створення зон відпочинку і консервації порушених земель.

**Вимоги до рекультивації земель при рекреаційному напрямі** повинні містити:

– вертикальне планування території з мінімальним обсягом земляних робіт, збереження існуючих або утворених у результаті виконання робіт форм рельєфу на стадії технічного етапу;

– забезпечення стабільності ґрунтів під час будівництва споруд для відпочинку та занять спортом;

**При будівельному напрямку рекультивації** нормативні вимоги зводяться до створення ділянок земної поверхні, придатних для розміщення промислових майданчиків і житлових масивів.

Розробка проектів рекультивації здійснюється на підставі діючих екологічних, санітарно-гігієнічних, будівельних, водогосподарських, лісогосподарських та інших нормативів і стандартів з урахуванням регіональних природно-кліматичних умов і місця розташування порушеної ділянки. Питання про відновлення порушених територій зводиться до визначення умов доцільності

освоєння і вибору комплексу інженерних заходів, необхідних для конкретного виду містобудівного використання.

*Містобудівне використання територій* передбачає розміщення житлового, культурно-побутового і промислового будівництва, облаштування водоймищ, садів і парків. У приміській зоні відновлені території використовують для організації місць відпочинку або сільськогосподарських угідь.

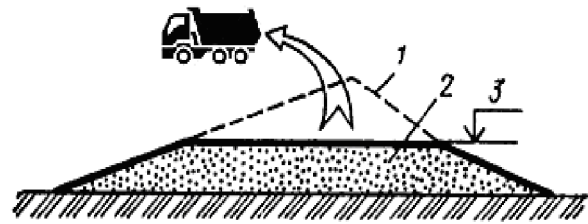
*Напрямки використання шахтних відвалів* після рекультивації подано на рисунку 2.141.



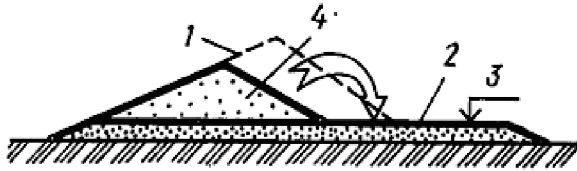
Рисунок 2.141 – Напрямки використання шахтних відвалів після рекультивації

*Шахтні терикони і відвали розкривних порід* ліквідують повністю і частково. Ліквідація териконів і відвалів необхідна, якщо вони потрапляють в зону забудови і є перешкодою для подальшого будівництва. Повна розробка териконів виправдовує себе в тих випадках, коли породи, що їх складають, можуть бути використані як сировина для виробництва будівельних матеріалів або необхідні для вертикального планування і засипки місцевих знижень – провалів. Найчастіше терикони розбирають частково до висоти 10–15 м [14], щоб виключити їх самозаймання (рис. 2.142) і влаштовують пологі укоси.

Для спрощення інженерних заходів із подальшого використання териконів і відвалів розроблені нові методи їхнього відсипання. Це дозволяє освоювати території, зайняті відвалами, відразу ж після відсипання, розбиваючи там сади, парки та майданчики для пасивного й активного відпочинку.



а)

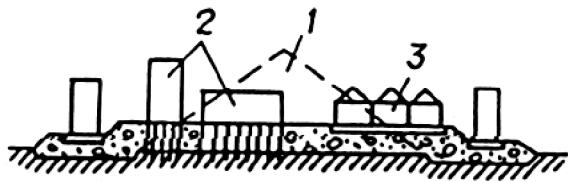


б)

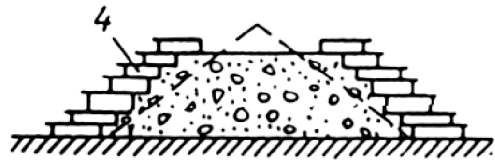
**Рисунок 2.142 – Часткове розроблення і переформування відвалів:**  
**а) зрізання вершини і пониження відвалу; б) переформування відвалу;**  
**1 – існуюча поверхня; 2 – породи, що зберігаються або насипний ґрунт;**  
**3 – проектна поверхня; 4 – шахтна порода**

Насипи, що формуються з териконів і відвалів, використовують переважно для зелених масивів, вільних від забудови, оскільки процес стабілізації ґрунтів завершується через 15–20 років з моменту їхнього складування і навіть після цього щільність підстави становить приблизно 86 % від щільності цілини – ґрунту в природному стані. Освоєння під забудову територій териконів і відвалів (рис. 2.143) [12] допускають після стабілізації осідання, водночас має бути проведений техніко-економічний аналіз варіантів розміщення забудови на сільськогосподарських угіддях, занедбаних і незручних землях, а також інтенсифікації використання існуючих сельбищних зон шляхом підвищення щільності забудови. Практика показує, що будівельна рекультивация ефективна лише за умови високої вартості землі в районі освоєння.

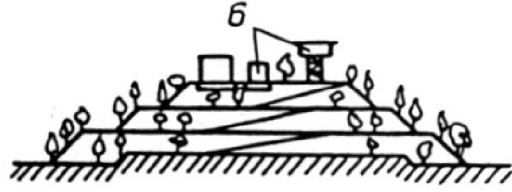
**Відвали розкривних порід** зазвичай розрівнюють або зрізують до певного рівня (рис. 2.144, а), позначку якого призначають з урахуванням подальшого містобудівного використання території. Вилучений ґрунт використовують для підвищення позначок прилеглої території або як резерв для вертикального планування прилеглих ділянок. Схили відвалів планують, приймаючи ухили менше кута внутрішнього тертя порід і укріплюють, засаджуючи травами, кущами й деревами (рис. 2.144, б). За висоти укосу 20 м кут укосу не повинен перевищувати 12–14°, а за висоти 5–6 м – 24–30°. Ширину відвальних терас визначають виходячи з умов забезпечення механізованої посадки і догляду за насадженнями [94].



а)



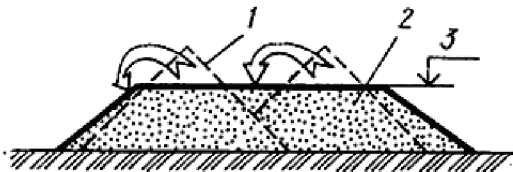
б)



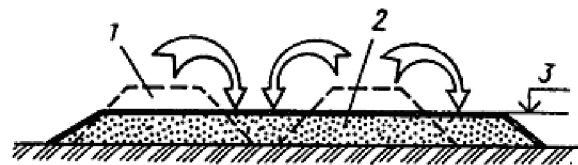
в)

Рисунок 2.143 – Схеми будівельного напрямку рекультивациі шахтних відвалів:  
 а) цивільне будівництво; б) промислове будівництво; в) рекреаційне будівництво;  
 1 – породний відвал; 2 – житлові будинки; 3 – спортивні споруди;  
 4 – будівлі терасового типу; 5 – промислові будівлі та споруди; 6 – паркові споруди

*Кар'єри* можуть бути повністю засипані до рівня земної поверхні (рис. 2.145, а), якщо вони розташовані серед міської забудови, де передбачають улаштування зелених зон або зведення будівель. Зазвичай до такого заходу вдаються, якщо глибина кар'єрів не перевищує 7 м [14]. Для засипання використовують ґрунт, який розробляють в котлованах фундаментів, або відходи промислових виробництв. Будинки зводять тільки після завершення процесу стабілізації земної поверхні. Під час великої дальності перевезення закладного матеріалу для кар'єру і недостатньо високої містобудівної цінності відновлюваної ділянки передбачають часткове засипання кар'єрів до знижених по відношенню до земної поверхні позначок (рис. 2.145, б).



а)



б)

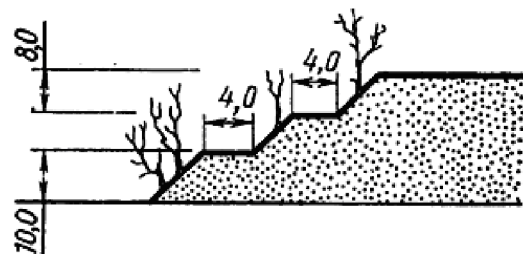


Рисунок 2.144 – Інженерні заходи із відновлення територій відвалів розкривних порід:  
 а) зрізання і переформування відвалів; б) планування схилів відвалів;  
 1 – існуюча поверхня; 2 – породи, що зберігаються або насипний ґрунт;  
 3 – проектна поверхня