

Сборник научных трудов НГУ №17, том 1. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. – С. 563-566.

3. Ляховицкий В.И., Хмелевской В.К., Яценко З.Г. Инженерная геофизика. – М.: Недра, 1989. – 262 с.
4. Матвеев В.С., Чубаров В.Н., Черняк Г.Я. и др. Методы геофизики в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Недра, 1985. – 184 с.
5. Закревский Б.А. Опыт применения геофизических методов для целей строительного проектирования на подрабатываемых территориях Донбасса. – В сб. Инженерно-технические изыскания и проектирование фундаментов в Донбассе. – Донецк: 1981. – С. 27-29.
6. Закревский Б.А. Применение комплексных геолого-геофизических исследований на хвостохранилищах и других гидротехнических сооружениях //Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань. – Т. 2, Київ: 1999. – С. 48-53.

УДК 504.062

КОЛЕСНИКОВА В.В. (ДонНТУ)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВКИ СХИЛІВ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ДО ОЗЕЛЕНЕННЯ

Запропоновано новий метод стабілізації схилів породних відвалів, що дозволяє заощаджувати на технічному етапі рекультивуванні, зокрема на операціях виположування і терасування укосів з метою досягнення їхньої стійкості. Метод відрізняється своєю економічністю, екологічністю, тривалістю рішення, легкістю зведення.

Предложен новый метод стабилизации склонов породных отвалов, который позволяет экономить на техническом этапе рекультивации, в частности на операциях выположивания и террасирования откосов с целью достижения их устойчивости. Метод отличается своей экономичностью, экологичностью, долговременностью решения, легкостью возведения.

The new method of stabilization of slopes waste heap which allows to save at a technical stage recultivation, in particular on operations terracesson slopes with the purpose of achievement of their stability is offered. The method differs the profitability, ecological compatibility, long duration of the decision, ease of erection.

Вже більш 200 років на території Донбасу ведеться видобуток вугілля підземним способом. При розробці родовищ разом з вугіллям на поверхню видається порода, що складається у виді відвалів різної форми. У Донбасі нараховується 1185 породних відвалів на площі більш 7 тис.га, у яких накопичено близько 1,7 млрд.м³ породи [1]. Весь цей час існувала й особливо гостро стоїть зараз проблема шкідливого впливу породних відвалів на навколишнє природне середовище, і весь цей час вчені намагалися знайти оптимальне вирішення даної проблеми. Одним з наслідків рішення даного питання з'явилася еволюція форм породних відвалів від конічних гострих териконів через плоскі терасовані відвали до ландшафтних споруджень (рис. 1).

На першому етапі розвитку вуглевидобутку у світі відсипалися відвали, що мають конусоподібні форми. Через пухку насипку вони не перешкождали проникненню кисню всередину і тому були схильні до самозаймання. Забруднення населених районів димом, нестабільність териконів у часі і труднощі їхнього озеленення через високу крутість схилів, а також зв'язана з цим ерозія під дією вітру і дощу, привели до того, що довелося надалі від відсипання таких відвалів відмовитися. Більшість з цих териконів згодом були розібрані в зв'язку з тим, що прогоріла гірська порода знайшла застосування як будівельний матеріал, а деякі з них – переформовані в плоскі породні відвали. Були розроблені правила відсипання, оформлення крутості схилів і озеленення, тіло відвала описувалася як гора з терасами зі строгими лініями і строгим контуром. Розпорядження щодо визначеної форми відвала переслідувало, у першу чергу, виключення зсувів і рухливості гірських мас.

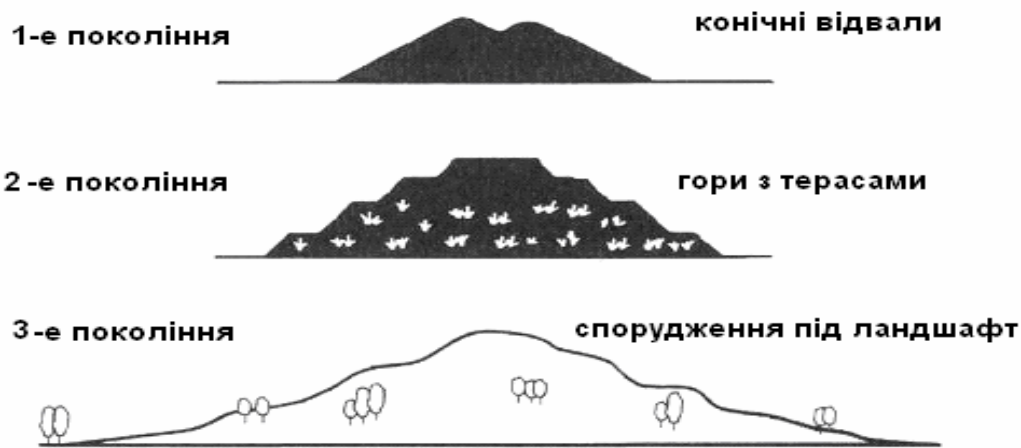


Рисунок 1 – Еволюція форми відвала

В Україні і дотепер відсипаються плоскі породні відвали. Однак у Німеччині пішли далі і вже наприкінці 70-х років для одержання права на подальшу експлуатацію відвалу вирішальну роль, поряд з обґрунтуванням потрібних площ під відвали, грала згода гірського підприємства перетворити ці відвали в ландшафтні спорудження за допомогою нових принципів оформлення й озеленення [1].

Ці ландшафтні спорудження відрізняються тим, що повною мірою відповідають усім структурним, екологічним, технічним вимогам, а також вимогам у відношенні форми і надійності. При цьому варто звертати увагу на те, щоб форма відвала оптимально вписувалася в ландшафт без зайвого втручання в природу й одночасно служила би збереженню чи відродженню його екологічної функції.

У Донбасі ж дотепер поряд із плоскими породними відвалами, що порожать, у межах міста «красуються» конічні неозеленені терикони. Усього в регіоні нараховується більш 1200 териконів, 130 з них палаючі. Усі вони є об'єктами підвищеної небезпеки для навколишнього середовища регіону і здоров'я населення.

Породні відвали, що відрізняються великою висотою і порівняно малими розмірами підстави, розташовані в основному в густонаселених районах, переважно в межах міста. Порооди, що руйнуються в результаті фізичного і хімічного вивітрювання, перетворюються в пил і разом з паливними газами являють собою одне з основних джерел забруднення атмосфери і погіршення санітарного стану цих районів. На палаючих ділянках відвалів цілком знищені рослинність і ґрунти. На відвалах порушується гідрологічний режим, вони істотно змінюють рельєф і мікроклімат міста. На кожному п'ятому відвалі спостерігається самозаймання, що приводить до забруднення атмосферного повітря пилом і продуктами згоряння гірської маси – окисом вуглецю, сірчистим ангідридом, двоокисом азоту, сірководнем і ін. На кожного жителя регіону приходится в середньому 16 кг забруднювачів у рік, що викликають, насамперед, захворювання дихальних шляхів, а також підвищують імовірність прояву алергійних реакцій у людини.

З метою поліпшення стану навколишнього середовища гірничодобувних регіонів була розроблена Концепція поліпшення їхнього екологічного стану, схвалена Постановою Кабінету Міністрів України від 31 серпня 1999 р. № 1606. Одним з напрямків даної Концепції є визначення оптимальних шляхів і способів реабілітації території інтенсивного використання надр.

Відповідно до положень Концепції і з огляду на малу лісистість регіону, найбільш вигідним рішенням проблеми териконів, що порожать, є фітооптимізація (озеленення) відвалів.

В останні роки актуальність оптимізації процесу рекультивації териконів значно зросла в зв'язку з реструктуризацією вугільної галузі, що супроводжується закриттям нерентабельних шахт, що у свою чергу вимагає проведення природоохоронних заходів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки, а саме на озеленення відвалів.

Крім того, у зв'язку з дефіцитом вільних територій у такому густонаселеному регіоні як Донбас, гостро встає питання про цільове використання земель, зайнятих під породні відвали. Тому основною метою рекультивациі породних відвалів повинне стати здійснення можливості якнайшвидшого включення території породного відвала до складу природних ландшафтів.

Подібний досвід широко використовується багатьох європейських країнах. Там багато відвалів гірської породи давно є місцями відпочинку для жителів цього району: тут можна набратися сил, любоватися чистою природою, тут можуть грати діти. Разом з архітекторами ландшафту були розроблені так називані ландшафтні спорудження, до яких спочатку відносилися дуже скептично, але зараз вони знаходять усе більше і більше прихильників безпосередньо серед населення. "Ландшафтні" гори повинні спочатку народитися на папері, перш ніж вони будуть споруджені оформителями ландшафту. Тут варіюються місця відсипання, крутість укосів, гребені, перепади, звивистість доріг. Тут плануються сухі і вологі біотопи, що при цьому бажані і необхідні не менш інших. Тобто, саме собою зрозуміло, що при цьому приймається в увагу не тільки оформлення ландшафту, але також і захист навколишнього середовища.

Відомо, що рекультивациа - це дорогий і дуже трудомісткий процес. За даними Мінфіну Держбюджетом-2007 передбачене збільшення фінансування вугільної галузі до більш 5 млрд. грн., що на 729 млн. грн. більше, ніж торік, однак лише 18 % цієї суми піде на реструктуризацію вугільної промисловості. А в дане поняття поряд з роботами і послугами по охороні навколишнього середовища входять такі статті витрат як підготовка шахт до ліквідації, фізична ліквідація гірських підприємств та ін.

Недостатнє фінансування не дає можливості швидко і якісно проводити роботи з рекультивациі все зростаючого числа породних відвалів.

Цільова функція ефективності робіт з рекультивациі має вид [3]:

$$\sum Z_T + \sum Z_6 + \sum Z_C = \sum \sum Z_P \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum \mathcal{E} - \sum \sum Z_P \rightarrow \max \quad (2)$$

де $\sum Z_T$ - сума витрат на технічний етап рекультивациі, грн.;

$\sum Z_6$ - сума витрат на біологічну рекультивацию, грн.;

$\sum Z_C$ - сума витрат на будівництво промислових, цивільних і інших споруджень на відвалі, грн.;

$\sum \sum Z_P$ - сумарні витрати на рекультивацию, грн.;

$\sum \mathcal{E}$ - повний народно-господарський ефект від рекультивациі відвала, грн.

Суми витрат у вираженні 1 і 2 визначаються відомими методами шляхом калькуляції чи на основі укрупнених показників.

Дотримання принципу мінімуму сумарних витрат допускає збільшення одних елементів (статей) витрат за рахунок інших. Виходячи з даного принципу, видно, що при скороченні хоча б однієї зі статей витрат, зменшуються сумарні витрати на рекультивацию, що в ідеалі повинні прагнути до мінімуму.

Автори дозволяють заощаджувати на технічному етапі рекультивациі, зокрема на операціях виположування і терасування укосів з метою досягнення їхньої стійкості.

Відомо, що перешкодою для проростання і розвитку рослин є нестабільність верхнього ґрунтового шару на схилах відвалів. Внаслідок епізодичного зрушення відвальної маси при зміні температури, вологості і під дією вітру відбувається руйнування кореневої системи паростків і дорослих рослин. Для забезпечення умов росту рослин необхідно зафіксувати поверхневий шар, що забезпечить захист кореневої системи.

Тепер для забезпечення прийнятого напрямку рекультивациі відповідно до вимог біологічного етапу виробляється нарізка терас і мікротерас, виполижування укосів до заданої величини, прокопка траншів і ям для посадки дерев і чагарників, закладка дренажу і нанесення рослинного шару.

При переформуванні конічного відвала в плоский утворюються схили крутістю 35—40° (рис. 2), рівні куту природного укосу відвальної маси. Зміна температури, вологості, вивітрювання породи обумовлюють їхню нестійкість. На схилах активно протікають ерозійні процеси, часто відбуваються осипи, зсуви. Для підвищення стійкості поверхні відвалів виробляється виположування схилів, що є однією з найбільш складних і дорогих операцій при рекультивації земель.

Виположування схилів роблять за допомогою бульдозерів. На плоску вершину переформованого відвала переносяться границі базової площадки, розрахованої з урахуванням забезпечення необхідної крутості укосів і розташування на них терас.

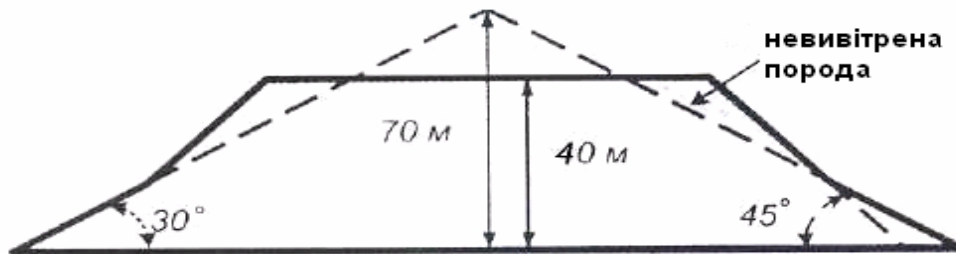


Рисунок 2 – Параметри переформованого терикону

Максимально припустима крутість установлена шляхом обстеження великої кількості відвалів. Для відвалів вугільних шахт вона повинна бути не більш 30°, а для відвалів збагачувальних фабрик, де порода і хвости збагачення складаються спільно, – 27°. Починаючи від границь площадки, бульдозер послойно переміщає породу в радіальному напрямку від центра до периферії відвала і звалює її під укіс. Границі кожного нового шару зміщуються від центра до краю на відстань, рівна подвійній товщині шаруючи переміщуваної породи. При цьому формується ухил 27°, крутість якого періодично контролюється. Таким чином, забезпечується стійкість схилів, але при переформуванні конічних породних відвалів у плоскі, виположуванні схилів з більшої частини поверхні цілком знімається шар частково вивітреної породи. Розкриття шарів зовсім не вивітреної породи створює особливо сприятливі умови для їхнього інтенсивного окислювання. Для запобігання цього процесу необхідне створення штучного шару, що ізолює породу відвала від кисню повітря, що у свою чергу приводить до додаткових витрат.

Через обмеженість території в більшості випадків виположування здійснюється до крутості схилів близько 30° з висотою терас 10 м. При цьому площа відвала збільшується приблизно на 40%.

Тераси і мікротераси нарізаються на укосах відвала з метою запобігання розвитку ерозійних процесів і використовуються для зміцнення укосів шляхом посадки деревинно-чагарникових рослин, збору і відведення атмосферних опадів. Однак процес формування терас дуже трудомісткий і досить дорогий.

Як альтернативу даному методу стабілізації ґрунту на поверхні відвала, а також для запобігання розвитку ерозійних процесів ми пропонуємо використовувати еластичні системи стабілізації укосів.

Як подібні системи можна використовувати еластичну систему стабілізації укосів ТЕССО (Німеччина) [4], або георешітки фірми Tensar (Англія) [5]. На українському ринку більш широко представлена продукція фірми Tensar.

Система ТЕССО представляє собою сталеву сітку, виконану з дроту діаметром 3 мм, покриту алюмінієво-цинковим шаром товщиною не менш 150 г/м², і маючу опором на розтягання мінімум 1770 МПа. Просвіти сітки мають ромбовидну форму розміром 83x143 мм. Тривимірною ячею структурою металевої сітки забезпечує її широке застосування для стабілізації поверхні схилів, і разом з тим вона є надійною основою для сухого посіву і гідросіяння.

Природна рослинність забезпечує захист від ерозії, однак часом необхідно починати додаткові заходи по запобіганню ерозії на крутих укосах.

У цих випадках необхідне застосування візуально непомітного додаткового захисного матеріалу, що забезпечує захист зі стійкого рослинного покриття.

Георешітки Tensar Mat спеціально призначені для контролю ерозійних процесів і являють собою гнучкий тривимірний, стійкий до мікробіологічних процесів розкладання рулонний матеріал, що укладається безпосередньо на ґрунт. Tensar Mat спочатку стабілізує поверхню доти, поки не утвориться стійкий рослинний покрив, а потім продовжує протягом довгого часу забезпечувати надійну фіксацію кореневої системи рослин.

Tensar Mat виробляється з поліетилену, що робить його хімічно інертним і, як наслідок, не схильним до корозії. Мати складаються з високоеластичної двошарової плоскої основи, з'єднаної з верхньою двошаровою хвилястою поверхнею, що забезпечує гарне зчеплення з ґрунтом. Мати надають довговічну укріплену основу для корневих систем.

Переваги даного методу стабілізації схилу полягають у наступному: економічність; екологічність; довгострокове рішення; легкість зведення.

Також цікавою для досягнення наших цілей є продукція, запропонована міжнародною компанією Маккаферрі, що широко представлена на ринку України й успішно застосовується в будівельних роботах для зміцнення схилів різної природи походження [6].

Серед продуктів, пропонує даною компанією, відзначимо біомати. Біомат - це полотнина з рослинних волокон (соломи, кокосового волокна чи їхньої суміші), укріплених поліпропіленовою чи джутовою ниткою. Основною сферою застосування біоматів є захист поверхні від ерозії і відновлення рослинного покриття. Даний матеріал є гарним первісним захистом від дощу і вітру, крім того, розкладання природних волокон біомата сприяє добриву ґрунту. Останнє особливо важливе для бідних ґрунтів, що розташовуються на схилах породних відвалів. Однак є і негативні сторони застосування біомата в нашому регіоні. Розробка даної системи велася не в нашій країні і кокосове волокно (яке в основному застосовується у виробництві біоматів) не є звичним нам матеріалом, а насіння рослин, вкладених у товщу біомата, не адаптовані до наших кліматичних і едафічних умов. Ці фактори ускладнюють використання даного продукту в нашому регіоні.

Крім того, велике значення при озелененні відвалів має раціональний вибір асортименту рослин, якими здійснюється засів поверхні териконів. Ми вважаємо, що більш доцільно використовувати на першому етапі біологічної рекультивациі породних відвалів трав'янисту рослинність. У чому її перевага перед деревною і чагарниковою? По-перше, посів робити набагато легше шляхом сухого чи гідросіяння (особливо якщо для стабілізації схилу породного відвала застосовувалася еластична система стабілізації). По-друге, для кореневої системи трав'янистих рослин не потрібно товстого шару умовно-родючого ґрунту, а досить декількох сантиметрів, для того, щоб рослина прийнялася й успішно виростала. Надалі слой родючого ґрунту буде збільшуватися за рахунок відмирання вегетативних органів трав'янистих рослин, їхнього розкладання, і в результаті з'являться умови для самозаростання терикона чагарниковими і деревними рослинами. По-третє, трав'янисті рослини нітрохи не гірше запобігають ерозії і пилінню поверхневого шару схилу терикона, а в чомусь навіть перевершують по цих показниках деревні насадження (тому що щільність змикання кореневої системи і вегетативних надземних органів трав'янистих рослин вище, ніж деревних).

Підводячи підсумок, можна зробити наступні висновки. Для успішного проведення біологічного етапу рекультивациі необхідно підготувати поверхню породного відвала таким чином, щоб запобігти зсув верхніх ґрунтових шарів на укосах отвальної маси. Зараз для досягнення цієї мети роблять виположування і терасування породних відвалів. Однак дані процеси трудомісткі і дорогі.

Як альтернативу даним операціям пропонується використовувати еластичні системи стабілізації укосів ТЕССО (Німеччина), продукцію Маккаферрі або георешітки фірми Tensar (Англія). Переваги даного методу стабілізації схилу полягають в економічності; екологічності; тривалості рішення; легкості зведення. Крім того, за допомогою подібних систем можна проектувати кути укосу набагато більші, ніж існують на породних відвалах зараз, що приведе до економії територій і збільшенню кількості матеріалу, що закладається.

На першому етапі біологічної рекультивациі породних відвалів доцільно віддати перевагу трав'янистій рослинності перед деревинною та чагарниковою.