

7. НПАОП 0.00-6.14-97 «Порядок сертификации персонала по неразрушающему контролю».
8. ДСТУ EN «Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 1. Общие требования».
9. ДСТУ 2860-94 «Надежность техники. Термины и определения».
10. ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения».
11. ГОСТ ISO 10816-3 «Механическая вибрация – определение вибрации машин путем изменений на не вращающихся деталях. Часть 3. Промышленные машины с номинальной мощностью свыше 15 кВт и номинальными скоростями вращения в пределах 120 об/мин – 15000 об/мин при измерениях на месте установки».
12. «Положение о техническом обслуживании оборудования предприятий горно-металлургического комплекса», утвержденные приказом Министерства промышленной политики Украины №285 от 15.06.2004 г.».

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ З РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ОБВОДНЕНИХ ЗАЛИШКОВИХ ВИРОБЛЕНИХ ПРОСТОРІВ КАР'ЄРІВ

О.В. Ложніков, Ю.В. Романченко, Національний гірничий університет, Україна.

Стаття присвячена дослідженню проблеми гірничотехнічної рекультивації обводнених залишкових гірничих виробок кар'єру після завершення видобутку корисних копалин. Виконано аналіз шляхів із вдосконалення технологічних схем рекультивації з метою підвищення ефективності використання постгірничопромислових територій після відновлення у економічній діяльності. Розглянуто фактори, які впливають на екологічно-безпечний стан відновлених територій у межах залишкових вироблених просторів кар'єрів.

Проблема раціонального використання земельних ресурсів в гірничодобувній галузі України ускладнюється вже існуючими площами порушених земель, що не були вчасно відновлені та несуть пряму і посередню загрозу життю і безпеці людини. До вже існуючих територій порушених відкритими гірничими роботами щорічно додається до 2 тис. га землі відпрацьованих при розробці кар'єрів. З іншої сторони, статистичні данні свідчать, що з цих порушених територій щорічно рекультивуються лише до 1,5 тис. га земель.

Наведена динаміка порушень і відновлення земель відкритою розробкою родовищ ставить перед фахівцями з рекультивації все складніші інженерні задачі. Це пов'язано з тим, що порушені території земель окрім негативного впливу на довкілля через зміну структури і погіршення якості ґрунтів, зміну форми рельєфу, ландшафтних порушень, вибувають з господарської діяльності людини, що не дозволяє розвивати економічний потенціал гірничопромислового регіону (рис 1).

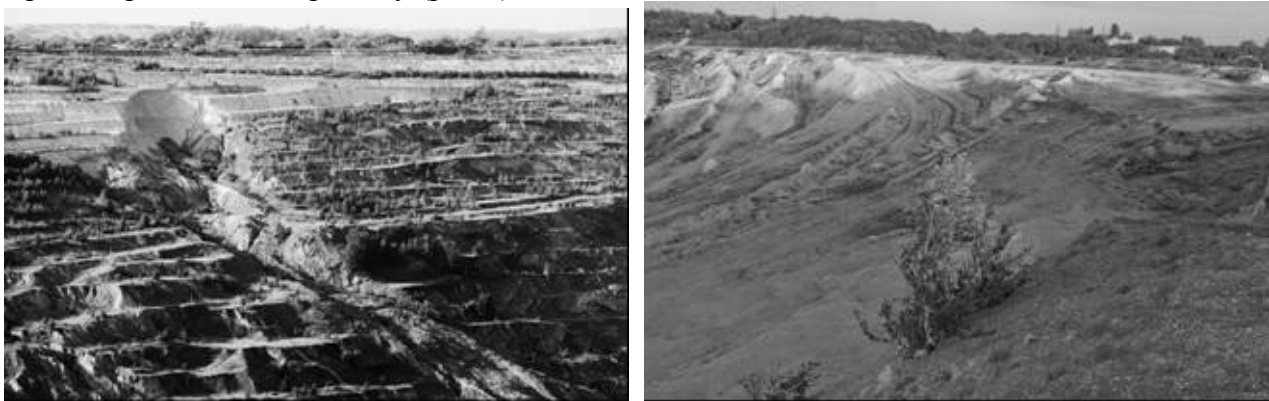


Рис.1. Наслідки порушення земної поверхні відкритими гірничими роботами включають забруднення ґрунту та водної й вітрової ерозії

Дослідження земель порушених гірничопромисловою діяльністю показало надзвичайно різноманітні фактори, які впливають на якість виконання рекультиваційних робіт. Так, більш якісна рекультивація порушених земель відбувається на землях розташованих на невеликій відстані від населених пунктів. У той же час, кар'єри віддалені від місць проживання людей рекультивуються в неповному обсязі. Залишені без належного відновлення залишкові виробки кар'єрів продовжують негативно впливати на атмосферу і гідросферу до їх відновлення, яке може тривати десятиріччями.

Основними негативними наслідками зволікання з рекультивацією порушених земель є зниження дебіту наземних та підземних вод, погіршення водного режиму територій. Незакріплені рослинністю і висушені площі, які сформовані з розпушених порід розкриття, стають осередком виникнення негативних джерел впливу на екологічний стан гірничопромислового регіону.

На сьогоднішній день на території України у розробці перебувають більш ніж 300 родовищ корисних копалин. Кожне з підприємств за площею земель, відведених для виробництва, займає територію від 50 до 2000 га. Після розробки родовища значна частина цих територій не є придатною для подальшого використання у господарській діяльності без додаткових заходів з рекультивації [1].

Особливої уваги потребує вирішення проблеми рекультивації залишкових вироблених просторів (ЗВП) кар'єру. Це пов'язано з тим, що гірничі виробки є новоствореними формами рельєфу, які займають великі площі землі і не можуть бути повернуті у дотехногенне користування через нестачу технологічних рішень з рекультивації та недостатністю фінансування.

Вирішення зазначеної проблеми полягає у розробці вдосконалених технологічних схем і планування гірничотехнічної рекультивації на всіх етапах життєвого циклу розробки родовища і врахування інтересів господарської діяльності гірничопромислового регіону.

Виконаний аналіз структури гірничих відводів, на яких видобуток корисних копалин вже завершився, дозволив встановити, що однією із причин значної втрати земель, які до техногенних порушень знаходилися у сільськогосподарському використанні, є залишкові вироблені простори кар'єрів з частковим заповненням водою. Ситуація погіршується у випадку коли залишкові вироблені простори були залишені під самовідновлення і, на теперішній час, окрім неотримання прибутку від використання їх у господарській діяльності вони являють собою загрозу для здоров'я і життя людини.

Аналіз існуючих досліджень з раціонального використання земельних ресурсів при розробці родовищ відкритим способом та удосконалення технології рекультивації земель порушених при експлуатації кар'єрів показує, що значна кількість праць не передбачає залучення об'єктів гірничого відводу з новоствореними формами рельєфу до господарської діяльності. Так, в результаті відновлення гірничого відводу за існуючими технологічними схемами рекультивації у дотехногенне використання повертається менше 60 % від загальної площі порушених земель. Цей факт підтверджує необхідність розробки нових технологічних рішень щодо відновлення земель, порушених відкритою розробкою для залучення їх у подальшому до економічно прибуткової діяльності.

У роботі канадських дослідників «Mine Reclamation Planning in the Canadian North» [2] розглядається питання розробки рекомендацій для підприємств з видобутку корисних копалин з рекультивації старих кар'єрів покинутих після доробки. Авторами було розглянуто найбільш проблематичні питання, які виникають при відновленні порушених територій гірничого відводу. Особлива увага приділяється формуванню джерел фінансування рекультиваційних робіт і екологічній безпеці поверхні відновленої ділянки в майбутньому. Однак автори не розглядають можливість використання залишкових гірничих виробок кар'єрів у якості об'єктів господарської діяльності.

У роботі [3] розглянуто питання раціонального використання просторів відпрацьованих кар'єрів. Представлено технологічні схеми встановлення бортів кар'єру у неробочий стан зі створенням майданчиків з необхідними для рекультивації параметрами. Запропоновано

збільшувати ширину неробочих майданчиків за рахунок збільшення висоти уступу для досягнення заданого профілю борта кар'єру. Також у роботі розглянуто особливості проведення всіх етапів гірничотехнічної та біологічної рекультивації. Недоліком, запропонованих технологічних схем є їх обмежена область застосування, адже вони призначені для гірничотехнічної рекультивації крутоспадних родовищ. Кар'єри з розробки цих родовища мають великі розміри і їх борта сформовані з міцних порід, що мають значну стійкість у гірському масиві. Тому запропонована технологія не може бути універсальною до застосування на інших кар'єрах з розробки родовищ сипучих нерудних порід і кар'єрів будівельних матеріалів.

Вдосконалення технологічних схем гірничотехнічної рекультивації повинно виконуватися у рамках схеми відновлення порушених земель гірничими роботами, запропонованої авторами роботи [4], що представлена на рис. 2.

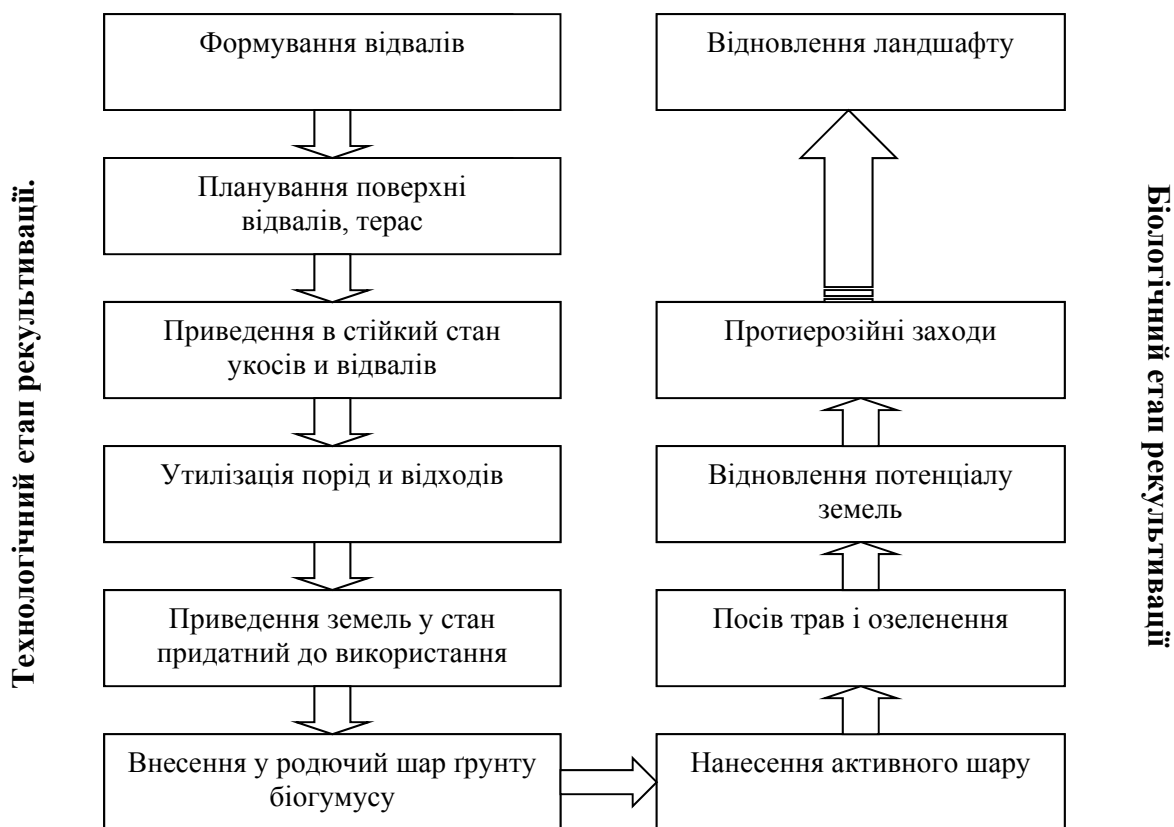


Рис. 2. Структурно-логічна схема проведення рекультивації порушених земель

Представлена схема (рис. 2) зображує послідовність етапів виконання технологічних процесів рекультивації. Її основою є планування поверхні відвалів та відновлення порушених родючих земель шаром ґрунту з біогумусом після чого слідує біологічний етап рекультивації до повного відновлення функціональних властивостей ландшафту.

Однак, використання наведеної схеми передбачає лише відновлення порушених земель гірничого відводу без зміни його новостворених форм рельєфу з виробленими просторами і зовнішніми відвалами, які не можуть бути використані в подальшому у сільськогосподарській діяльності [5]. Тому питання підвищення ефективності рекультивації вирішується лише частково.

При аналізі існуючих технологічних рішень з підвищення ефективності рекультиваційних робіт, особлива увага приділялась роботам присвяченим розробкам нових способів відновлення площ вироблених просторів кар'єрів. Так, один із способів збільшення площ рекультивованих земель гірничого відводу для господарського використання запропонований у роботі [6]. Досягнення поставленої мети відбувається за рахунок використання залишкового виробленого простору кар'єру у господарській діяльності шляхом складування у нього твердих побутових

відходів з попереднім подрібненням. Після заповнення залишкового виробленого простору, форма рельєфу поверхні гірничого відводу має рівнинний вигляд і покривається ізолюючими матеріалами та шаром родючого ґрунту. Використання цього технологічного рішення на практиці дозволяє комплексно підходити до вирішення проблеми рекультивації залишкових вироблених просторів, оскільки в результаті отримується, як економічний ефект від оренди полігону, використання рівнинних поверхонь на колишньому місці залишкових вироблених просторів, так і соціальних ефект від приведення в екологічно безпечний стан гірничих виробок і зменшення площ полігонів відходів у інших місцях.

Однак встановленими недоліками способу, запропонованого у роботі [6], є значні витрати, пов'язані з попереднім подрібненням твердих побутових відходів і виготовленням з них брикетів складної геометричної форми. До того ж вказане технологічне рішення не забезпечує ізоляцію від ґрунтових вод, що край необхідно при рекультивації залишкових вироблених просторів з частковим обводненням. Результатом такого контакту твердих побутових відходів з ґрунтовими водами стане їх забруднення, що категорично заборонено існуючими правовими положеннями державних будівельних норм [7].

Відповідно до існуючого законодавства України, а саме закону про рекультивацію [8] передбачена вимога повного відновлення порушених земель до стану, який був до техногенного втручання. При цьому вид і обсяг рекультиваційних робіт повинні обумовлюватись технічними можливостями, економічною, екологічною та соціальною доцільністю і значимістю. Оскільки залишкові вироблені простори кар'єрів не можуть бути повернуті до колишнього напрямку використання без залучення додаткових робіт з переміщення порід зовнішніх відвалів у вироблених простір кар'єру, а іноді й просто через нестачу матеріалу-заповнювача, необхідна розробка і вдосконалення схем заповнення залишкових гірничих виробок матеріалами з відходів інших галузей виробництва.

Виконані дослідження підтверджують актуальність вирішення питань вдосконалення способів рекультивації залишкових вироблених просторів кар'єрів, яка підсилюється проблемою покинутих кар'єрів з обводненням гірничих виробок, які мають небезпечні кути нахилу бортів кар'єрів [9]. Це зумовлює необхідність розробки нових схем і способів гірничотехнічної рекультивації для залишкових вироблених просторів кар'єрів з різними параметрами. Вирішення поставленої задачі може відбуватися відповідно до запропонованої структуру проведення рекультивації залишкового виробленого простору кар'єрів (рис. 3).

Запропонована на (рис. 3) структурна схема рекультивації залишкових вироблених просторів кар'єрів представляє собою 3 основних блоки послідовних дій. Починаючи з аналізу та розвідки залишкового виробленого простору кар'єру (*Блок-1*) для аналізу фізико-механічних властивостей порід, геологічної структури родовища під час експлуатації і порід бортів виробленого простору. Встановлення ступені обводнення виробленого простору кар'єру і проведення фізико-хімічного аналізу води у водоймищі залишкового виробленого простору відіграє важливу роль при розробці технологічних схем рекультивації.

Вирішення питання з обводненням залишкового виробленого простору є не тільки гідрогеологічною задачею, а також має суттєвий екологічний аспект. Вода, що знаходиться у виробленому просторі у деяких випадках може мати агресивні властивості. Це пояснюється концентрацією різноманітних солей, кислот, мінералів, наявності у воді тяжких металів, які виникають за певних умов. Також технологічно необґрунтована рекультивація обводненої ділянки кар'єру може призвести до забруднення підземних вод. Результатом усестороннього аналізу повної інформації про ділянку приймається рішення про очищення води сорбуючими елементами, або засипку обводненого простору кар'єру.

Наступним етапом за даною схемою є вивчення нормативно правової документації (*Блок-2*). Це чинні законодавчі закони, ДСТУ, будівельні норми, ТУ, проекти рекультивації гірничих підприємств, технологічні, санітарні норми та ін. Документи відповідних установ про дозвіл на проведення рекультивації залишкового виробленого простору, його засипку, тощо. Паспорта ведення гірничих робіт та пояснювальні записки підприємств.

Наступний блок схеми (*Блок-3*) включає складові необхідні для розробки технології

рекультивациі. Він враховує результати раніше отриманих даних з (Блоку 1) і (Блоку 2), на основі чого розробляються детальні технологічні схеми рекультивациі залишкового виробленого простору кар'єру.



Рис. 3. Структурна схема рекультивациі залишкового виробленого простору кар'єру

Розробку технології рекультивациі необхідно починати відповідно до аналізу можливих варіантів проведення відновлювальних робіт у залишковому виробленому просторі кар'єру. Це залежить від отриманих раніше даних, що стосуються фізико-механічних властивостей порід, обводнення залишкового виробленого простору та нормативно-правових актів, які підтверджують безпеку виконання рекультивацийних робіт.

Виконання якісної рекультивациі залишкового виробленого простору, з поверненням його території у дотехногенне використання, можливо лише за умови його повної засипки твердими матеріалами, які не являють собою небезпеку для навколишнього середовища, і подальшої рекультивациі. Процес пошуку заповнювачів є доволі складною задачею, яка практично не може бути вирішеною за умови браку розкривних порід у зовнішніх відвалах кар'єру та значному віддаленні гірничих підприємств від великих населених міст зі значними об'ємами твердих побутових відходів. Ще одним з варіантів тимчасової рекультивациі залишкових вироблених просторів може стати формування на їх території техногенних родовищ, однак слід враховувати, що через певний час знов постане проблема рекультивациі цих земель після повторної розробки їх супутніх компонентів.

Завершує цей блок перелік робіт з підготовки елементів кар'єру у відповідність до вимог і напрямку подальшої рекультивациі залишкового виробленого простору кар'єру. До цього блоку також відносяться приведення профілю бортів кар'єру у безпечний для подальшого використання стан, засипку обводненої частини виробленого простору кар'єру вище рівня ґрунтових вод, остаточна засипка виробленого простору обраним раніше заповнювачем, проведення рекультивацийних робіт на новоствореній поверхні залишкового виробленого простору згідно з усіма вимогами державних будівельних норм. Також постає питання у виборі гірничого обладнання для виконання рекультивациі. До такого обладнання входить: виймально-навантажувальна техніка, транспорт технологічного циклу та допоміжний транспорт, дорожня техніка для планування доріг і формування ландшафту.

В даному контексті розробленої структурної схеми, можна прослідкувати послідовність і залежність кожного блоку один від одного. Характерні залежності та послідовність властиві для всіх етапів робіт кожного з Блоків - 1,2,3. За рахунок аналізу вихідних даних і гірничо-технологічних параметрів залишкового виробленого простору обраховується кількість задач, необхідних для розв'язання. Вирішення задачі вибору доцільного напрямку рекультивациі залишкового виробленого простору кар'єру відбувається згідно із запропонованим рівнянням:

$$K_{1,2,\dots,n} = \sum_{i=1}^k \text{БЛОК}_{1i} + \sum_{j=1}^r \text{БЛОК}_{2j} + \sum_{l=1}^m \text{БЛОК}_{3l}, \quad (1)$$

де $K_{1,2,\dots,n}$ – рекультивований вироблений простір кар'єру за відповідним напрямом відновлення; k, r, m – кількість врахованих факторів для кожного з Блоків - 1,2,3, відповідно.

За даним рівнянням виконується детальне обґрунтування і розробка технології рекультивації виробленого простору кар'єру відповідно до подальшого напрямку використання його у господарській діяльності. Збільшення кількості врахованих факторів кожного з блоків, що включає в себе процес рекультивації дозволяє більш детально спланувати технологію виконання рекультиваційних робіт і виключить внесення корегування в проект відновлення земель, порушених відкритою розробкою родовищ.

Висновки. Таким чином, у даній роботі виконано аналіз науково-дослідних робіт з розробки методик вдосконалення схем рекультивації земель порушених відкритою розробкою. Запропоновано зміни до існуючої структурно-логічної схеми проведення повного циклу рекультивації порушених земель, які включають відновлення територій залишкових вироблених просторів до стану дотехногенного впливу. Розроблено послідовність вирішення задачі вибору доцільного напрямку рекультивації залишкового виробленого простору кар'єру, ефективність якого встановлюється відповідно до наведеного в роботі рівняння. Виконані дослідження дають змогу на основі аналізів геологічних та фізико-механічних властивостей порід залишкового виробленого простору, законодавчих актів, існуючих напрямів подальшого використання порушених земель розробити екологічнобезпечні технології рекультивації залишкових вироблених просторів кар'єру.

Список літератури

1. Г.Г. Пивняк, И.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.И. Панасенко. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений [Текст]: моногр./Г.Г. Пивняк, И.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.И. Панасенко. – Д.Национальный горный университет, 2011. – 566с.
2. В. Bowman, D. Baker. Mine reclamation planning in the Canadian North (1998). ISBN 0-919996-76-0. Working Paper No.1 p-87.
3. Ворон Е.А. Совершенствование технологии рекультивации карьеров при их доработке. Геотехническая механика. Выпуск № 81. Днепропетровск, 2013 -227с.
4. Назына К.С., Давыдов Д.О. Использование технологии рекультивации нарушенных горными работами земель [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://vesnat.ru/nuda/razvitiie-gornodobivayushej-i-pererabativayushej-promishlennost>
5. Гуменик И.Л. Оценка степени и уровня восстановления территории нарушенной открытой разработкой / И. Гуменик, А. Панасенко, А. Маевский, А. Ложников // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ, 2008. – №6. – Р. 77 – 80.
6. Горбатов В.І., Богданець А.І. Опис до деклараційного патенту на винахід. Спосіб заповнення виробленого простору кар'єру № 37621 7E21C41/26,E21C41/32.
7. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. – Київ, 2005. – 68 с.
8. Закон про рекультивацію [Електронний ресурс]. Режим доступу http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/КР760327.html
9. Горное дело для будущего. Горное дело, Минералы и устойчивое развитие. №28. ИЕД Международный институт окружающей среды и развития. Апрель 2002. – 31 р. – Режим доступа: <http://www.mine.cemr.wvu.edu> – 10.06.13 г. – Заголовок с экрана.