

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ЛІТВІНОВ ЮРІЙ ІГОРЕВИЧ



УДК 622.271.3:504

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗКРИТТЯ ТА РОЗРОБКИ
ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КАР'ЄРНИХ ПОЛІВ
ПРИ ОБМЕЖЕНОМУ ПОРУШЕННІ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ**

Спеціальність: 05.15.03 – Відкрита розробка родовищ
корисних копалин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі прикладної економіки та підприємництва Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Прокопенко Василь Іванович,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри прикладної економіки
та підприємництва.

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор,
Член-кореспондент НАН України
Шапар Аркадій Григорович,
Інститут проблем природокористування та екології
НАН України (м. Дніпро), директор;

- кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник

Бубнова Олена Анатоліївна,
Інститут геотехнічної механіки
ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпро),
старший науковий співробітник відділу геомеханічних
основ технології відкритої розробки родовищ.

Захист відбудеться «13» грудня 2018 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.02 у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49027, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49027, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.

Автореферат розісланий «9» листопада 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.02,
к.т.н., доцент

О.О. Борисовська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сьогодні продукція багатьох гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) України обумовлює значні порушення відкритими гірничими розробками природно-ресурсного фонду прилягаючого регіону. Це пов'язано, почасти, з невідповідністю великих масштабів комплексів видобувних робіт, утворених у минулому зниженим обсягам продукції згідно з теперішнім ринковим попитом. Так, Орджонікідзевський (нині Покровський) ГЗК знизив річний збут марганцевого концентрату з 4,5 до 0,8 млн т. Для забезпечення ефективності видобування корисної копалини при одночасному зниженні техногенного навантаження на природні ресурси, пріоритетним напрямом діяльності комбінатів є реконструкція технологічного комплексу гірничих робіт, що потребує удосконалення технологічної схеми розкриття та розробки родовища.

Використовуючи певний природний ресурс, гірничодобувне підприємство порушує безпосередньо чи опосередковано інші природні ресурси, оскільки всі ресурси у часі та просторі пов'язані між собою. Внаслідок відпрацювання горизонтального родовища за відсутності врахування технологічного взаємозв'язку способу його розкриття з системою розробки, площі порушених земель збільшуються. За підходом, відомим на тепер в науці й практиці, вироблений простір кар'єру для обмеження впливу розробки родовища безпосередньо не використовується, хоча ведення гірничих робіт в межах цього простору може бути ефективним способом обмеження їх впливу на природні ресурси.

Розв'язання питань природокористування має важливе значення для Дніпровського регіону, який через великий обсяг гірничих робіт належить до зони підвищеної екологічної небезпеки. Технологічні засоби розкриття та розробки горизонтальних кар'єрних полів, що займають значні площі земель, на підставі обмеженого використання природних ресурсів в науковій літературі не мають достатнього науково-прикладного обґрунтування. Вищевикладене обумовило актуальність теми дисертаційної роботи, в якій вирішена **наукова задача** розвитку технологічних засад розкриття горизонтальних кар'єрних полів у взаємозв'язку з системою їх розробки та удосконалення на підставі цього зв'язку технологічних схем відпрацювання родовищ за умови обмеженого порушення природних ресурсів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційного дослідження відповідає науковим напрямам та важливішим проблемам фундаментальних досліджень на 2014-2018 рр., затвердженим Постановою Президії НАН України від 20.12.2013 р. № 179, зокрема, п. 3.1.25 «Природозбереження та раціональне природокористування», а також Переліком пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і розробок вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації та наукових установ МОН України на 2012-2015 рр., затвердженим Наказом МОН України від 07.06.2011 р. № 535.

Результати дисертаційного дослідження увійшли до складу держбюджетних науково-дослідних робіт: «Розвиток наукових основ

раціонального надрокористування й створення екологічно прийнятних ландшафтів при відкритій розробці родовищ» ГП-411 (ДР № 0108U000554, 2008-2010 рр.), в який автор обґрунтував методичний підхід до вибору еколого-орієнтованих технологій розробки пологоспадних родовищ за умови відтворення природного ландшафту; «Розвиток теорії раціонального надрокористування для забезпечення сталого функціонування техноекосистем гірничодобувних регіонів та охорони навколишнього середовища» ГП-460 (ДР № U 0113U000404, 2013-2015 рр.), де автором удосконалено технологію утворення внутрішнього відвала збільшеної ємності для розміщення порід високих розкривних уступів, а також використані у роботі за бюджетом кафедри прикладної економіки НТУ «ДП» «Наукова розробка інноваційних технологічних і управлінських рішень експлуатації родовищ корисних копалин та їх оптимізація за критеріями еколого-економічної ефективності» (ДР № 0114U003924, 2014-2016 рр.), де автором узагальнено науково-практичні розробки з інноваційного розвитку технологічних засобів експлуатації родовища щодо обмеженого використання природних ресурсів.

Мета і задачі дослідження. *Мета роботи* – теоретично обґрунтувати технологічний взаємозв'язок між способом розкриття та системою розробки горизонтального родовища як чинник впливу на обсяги порушення природних ресурсів, вдосконалити, виходячи з цього взаємозв'язку, технологічні підходи до удосконалення ресурсозберігаючої технології відпрацювання родовища. Для досягнення мети в дисертації сформульовані *наступні завдання*:

1) проаналізувати поширені методичні підходи до вибору технології та досвід відпрацювання горизонтальних родовищ у взаємозв'язку із збереженням природних ресурсів;

2) визначити раціональні напрями реконструкції технологічних схем відпрацювання кар'єрного поля при обмеженому впливі на природне довкілля згідно з попитом на корисну копалину;

3) обґрунтувати методичні засади відпрацювання горизонтального родовища у взаємозв'язку із обсягами заповнення внутрішнім відвалом виробленого простору кар'єру;

4) удосконалити технологічну схему гірничих робіт у кар'єрному полі на основі визначених у пунктах 2 і 3 методичних засад, що обмежують обсяги використання природних ресурсів;

5) оптимізувати умови та оцінити ефективність впровадження запропонованих технологічних рішень щодо раціонального природокористування стосовно практики роботи марганцевих кар'єрів.

Об'єктом дослідження є відкрита розробка горизонтальних родовищ корисних копалин за умови обмеженого порушення природного середовища.

Предмет дослідження – технологія та параметри удосконалення схеми розкриття й розробки горизонтального родовища у взаємозв'язку з обсягами порушених природних ресурсів.

Для досягнення поставленої мети використані **методи дослідження**: наукового узагальнення та систематизації – при аналізі теоретичних засад

вибору природоохоронних технологій відпрацювання горизонтальних родовищ; техніко-економічного аналізу – при визначенні ефективності запропонованих технологічних схем розкриття та розробки кар’єрних полів; математичної формалізації – для прийняття раціональних рішень щодо відпрацювання родовища за розробленими технологіями; системного і ситуаційного аналізу – при аналізі досвіду та оцінці впливу гірничо-збагачувального виробництва на використання природних ресурсів; графоаналітичний – для визначення параметрів та візуалізації розроблених технологічних рішень.

Наукові положення, які захищаються в дисертації:

1. Обмеження земельного відводу, як природного середовища кар’єру, за параметрами його порушення відкритою розробкою родовища обумовлено взаємозалежним впливом одне на одне способу розкриття та системи розробки кар’єрного поля. Цей підхід викликає необхідність розміщення фронтів розкривних і відвальних робіт в умовах обмеженого відводу та утворення технологічної схеми внутрішнього розміщення гірничих виробок.

2. Повне засипання виробленого простору кар’єру та інших залишкових гірничих виробок ґрунтується на відмові від розміщення розкривних порід поза межами кар’єрного поля й стаціонарності розташування капітальної та виїзної траншеї, а також утворення неоднакових за довжиною фронтів роботи розкривних і відвальних уступів. Повна засипка простору забезпечує скорочення площі земельного відводу кар’єру (на 10-15%), поліпшує умови рекультивациі відвальної поверхні в міру посування фронту видобувних робіт.

Наукова новизна результатів досліджень полягає в такому:

уперше обґрунтована технологічна складова механізму підтримання збуту за ринковою конкуренцією видобутої корисної копалини, що передбачає реконструкцію технологічної схеми гірничих робіт згідно з попитом на цю копалину, причому реконструкція здійснюється у напрямку повного використання виробленого простору кар’єру для розміщення розкривних порід, зокрема, за допомогою розроблених автором способів розробки горизонтального родовища;

удосконалено:

методичний підхід до оцінки інтенсивності відновлення земель на кар’єрі за їх вартістю, виходячи з витрат видобувного підприємства на відведення непорушених та повернення рекультивованих земель, який відрізняється від відомих тим, що оцінка здійснюється на основі коефіцієнту, який встановлюється за відношенням витрат на гірничотехнічну й біологічну рекультивацию, а також компенсацію втрат сільського господарства до ринкової вартості повернутих земельних ресурсів, причому ця вартість встановлюється з урахуванням вартості інших природних ресурсів на цих землях. Стосовно кар’єрів Покровського ГЗК ефективність становить 1,94, що свідчить про значні витрати підприємства порівняно з діючими нині ринковими оцінками земельних ресурсів;

інструментарій вибору способу розкриття та системи розробки горизонтального родовища, який відрізняється від відомих тим, що вибір ґрунтується на залежності площі земельного відводу для розташування

виробок, які розкривають, ззовні або всередині кар'єрного поля, а також на систематизації технологічних схем внутрішнього розташування виробок вслід за посуванням фронту гірничих робіт, що обмежує обсяги порушення природних ресурсів;

технологічний підхід до збільшення виробленого простору кар'єру для перевалки порід розкривних уступів у внутрішній відвал, який відрізняється від відомих утворенням траншейної виробки у підшві відвала за допомогою екскаватора-драглайна, розташованого на його поверхні для відвантаження породи на цю поверхню, та подальшим переміщенням породи у міжгребневий провал бульдозером. Це дозволяє зменшити площу земельного відводу (на 10-15%) й здійснювати гірничотехнічну рекультивацію одночасно з посуванням фронту розкривних робіт;

набули подальшого розвитку

поняття про обмежене порушення природних ресурсів при видобуванні корисної копалини, що розглядається як їх порушення за мінімально допустимими обсягами, виходячи з конкурентоспроможності цієї копалини, можливості функціонування комплексу гірничих робіт, обсягів порушення супутніх природних ресурсів та екології гірничодобувної території;

технологічні засади управління площею земельного відводу кар'єру, які відрізняються від відомих тим, що управління здійснюється за умови повного засипання відвального простору розкривними породами на основі розроблених автором технологічних схем. Це досягається розташуванням капітальних і виїзних траншей, що переміщуються, усередині кар'єрного поля та усунення транспортних площадок на бортах кар'єру, унаслідок чого зменшується (на 7,5-10%) рознесення бортів кар'єрного поля, а значить, і площа земельного відводу.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджуються аналізом багатьох вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, коректністю поставлених наукових завдань, використанням випробуваних методів наукових досліджень, достатнім обсягом статистичних даних, а також позитивними рекомендаціями впровадження отриманих результатів у виробництво в умовах Покровського ГЗК.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що результати теоретичних досліджень узагальнені на рівні нових технологій збереження природних ресурсів при відпрацюванні горизонтального родовища, які базуються на нових способах відпрацювання кар'єрного поля за умови найменшого відведення природних та найбільшого відтворення порушених ресурсів. Визначено умови та ефективність впровадження результатів досліджень стосовно марганцевих кар'єрів Покровського ГЗК.

1. Розроблені практичні рекомендації з удосконалення технологічних схем розкриття та розробки кар'єрних полів марганцевих родовищ, які впроваджені на Орджонікідзевському ГЗК (довідка №07/084 від 16.05.2017 р.).

2. Розроблені рекомендації щодо вдосконалення видобувних робіт на марганцевих кар'єрах, які впроваджені на ДП «Дніпропетровський науково-

дослідний та проектний інститут землеустрою» (довідка № 0117/575 від 31.05.2017 р.).

3. Розроблено способи відкритої розробки горизонтального родовища, які дозволяють збільшити площі земельних ділянок для рекультивації поверхні внутрішніх відвалів (патент №112027, патент №113466).

4. Розроблено спосіб розробки уступів розкривних порід при видобутку горизонтального пласта корисної копалини, який дозволяє розробляти розкривні уступи збільшеної висоти за безтранспортною схемою та вирівнювати поверхню внутрішнього відвала, що підвищує якість відвалоутворення й знижує витрати на цей процес (патент №109862).

Результати дисертаційного дослідження застосовуються у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» при викладанні навчальних дисциплін «Екологічна економіка» та «Стратегічне управління підприємством», а також використовуються студентами для виконання магістерських робіт (довідка № 13-42/79 від 23.05.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною науковою працею, в якій автор сформулював і обґрунтував наукові положення, висновки і рекомендації подальшого розвитку методичних засад щодо вибору технологічних схем відпрацювання горизонтальних родовищ за умови обмеженого порушення природних ресурсів. Внесок автора до колективних публікацій конкретизований в їх списку.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень обговорені на науково-технічному семінарі ПАТ «Покровський ГЗК». Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й схвалені на науково-практичних конференціях: «Форум гірників-2009» (Дніпропетровськ, 2009); «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки України» (Дніпропетровськ, 2011); «Теоретичні та прикладні аспекти становлення та розвитку конкурентоспроможної економіки» (Кривий Ріг, 2011); «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи та суспільства» (Тернопіль, 2016); «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» (Житомир, 2016); «Сучасні проблеми екології» (Житомир, 2017); та міжнародному науковому симпозиумі: «Неделя Эколога – 2017» (м. Кам'янське, 2017).

Публікації. Основні положення і результати роботи опубліковані у 21 науковій праці, у тому числі 7 статей у фахових журналах і збірниках наукових праць (з них 2 статі – у виданнях, що включені до міжнародних науково-метричних баз, зокрема 1 стаття – у виданні, що включено до бази Scopus); 1 публікація у закордонному виданні; 3 статті – у інших виданнях (індексуються у виданнях, що включені до міжнародної науково-метричної бази Index Copernicus); 6 тез у збірниках доповідей на наукових конференціях; 1 доповідь на міжнародному науковому симпозиумі; отримано 3 патенти на винахід.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовані наукова задача, мета й завдання досліджень, об'єкт та предмет досліджень, наведена наукова новизна і практичне значення отриманих результатів, сформульовані наукові положення, які виносяться на захист, а також дана інформація про апробацію та публікації за темою дисертації.

У першому розділі, відповідно до першого завдання досліджень, проаналізовано досвід гірничодобувних підприємств й методичні підходи до вибору технології відпрацювання горизонтальних родовищ, як чинників порушення різних видів природних ресурсів. Обґрунтовано, що управління обсягами порушень має ґрунтуватися на взаємозв'язку способу розкриття з системою розробки родовища, що, з одного боку, дозволяє визначити напрям утворення ресурсозберігаючої технології його відпрацювання, з другого, – надати рекомендації щодо обмеження витрат природних ресурсів на видобування корисної копалини на кар'єрах згідно з її ринковим попитом.

Розглянуто науково-практичні рішення, розроблені та впроваджені вченими й виробниками підприємств гірничодобувної галузі, що висвітлюють взаємодію підприємств з навколишнім природним середовищем. Значний внесок у створення теоретичних основ відкритої розробки родовищ за вимогами раціонального природокористування внесли відомі вчені Шапар А.Г., Ржевський В.В., Новожилов М.Г. У подальшому їхні наукові праці знайшли розвиток у дослідженнях Гуменика І.Л., Дриженка А.Ю., Ємця М.А., Корсунського Г.Я., Бубнової О.А., Прокопенка В.І., Пчолкіна Г.Д., Собка Б.Ю., Симоненка В.І., Четверика М.С. Аналіз наукових праць вчених, а також досвіду гірничих підприємств дозволив сформулювати завдання дослідження за темою дисертаційної роботи та визначити методичні підходи до їх розв'язання.

Виконуючи завдання 1, на прикладі кар'єрів ПГЗК досліджені природні ресурси, що зазнали впливу з боку відкритих гірничих розробок. На кар'єрах, верхній і перехідний горизонти ґрунтів рідко знімаються й зберігаються окремо, а при нанесенні на сплановану ділянку не завжди зберігається природна послідовність їх залягання. Застосована технологія відвалоутворення призводить до значного розриву у часі між порушенням і відновленням земельних ділянок. Щорічне відчуження природних земель кар'єрами й відвалами при продуктивності комбінату 0,8-1,1 млн т концентрату складає 56,7-62,6 га. Крім того, для охорони господарських споруджень від впливу технологічних об'єктів комбінат виділяє санітарно-захисну зону 1000 м.

Аналіз впливу марганцевих кар'єрів на обсяги ресурсозбереження показав, що гірничі підприємства часто не дотримуються вимог природоохоронного законодавства. Це обумовлює організацію їх виробничої діяльності за принципом еколого-економічного імперативу.

В результаті аналізу наукових праць, а також досвіду гірничодобувних підприємств щодо збереження природних ресурсів сформульовані завдання досліджень, виконання яких дозволило досягти мети роботи.

У другому розділі, згідно із завданням 2, визначені раціональні напрями реконструкції технологічних схем відпрацювання кар'єрного поля при обмеженому впливі на природне довкілля. Напрями ґрунтуються на сформульованому автором концептуальному підході до обмеження просторового розвитку кар'єру. Простір, як сукупність відкритих гірничих виробок, утворюється технологічною схемою розкриття і розробки кар'єрного поля та її параметрами. Підхід пояснюється взаємозв'язком між технологічним комплексом розробки родовища та обсягами порушення й відновлення природних ресурсів.

Згідно з третім завданням досліджень, у цьому розділі також, визначений вплив технології розкриття й розробки родовища на обсяг заповнення виробленого простору внутрішнім відвалом. На підставі цього впливу виявлено технологічні підходи до відпрацювання кар'єрних полів в режимі обмеженого використання природних ресурсів, тобто, за мінімально допустимими обсягами, виходячи з економічного, технологічного, екологічного й соціального обмежень.

За підходом автора, інтенсивність відновлення вартості природних земель за площею $S_{N.3}$ обумовлена ринковими витратами, які вкладаються на відтворення якості (бонітету $B_{N.3}$) природного ґрунту, та площею $S_{P.N}$ відновлених ділянок. Зазначена інтенсивність вимірюється коефіцієнтом:

$$K_{I.B} = \frac{(B_{P.Г1} + B_{P.Б1})S_{P.N} + D_{P.N} \cdot S_{N.3}}{\Gamma_{N.3}(B_{N.3}) \cdot S_{N.3}}, \text{ частка од.}, \quad (1)$$

де $K_{I.B}$ – коефіцієнт інтенсивності відновлення вартості природних земель, частка од.; $B_{P.Г1}, B_{P.Б1}$ – витрати на гірничотехнічну й біологічну рекультивацію, грн/га; $D_{P.N}$ – витрати на відшкодування втрат сільського господарства, грн/га; $\Gamma_{N.3}(B_{N.3})$ – грошова оцінка природних земель як функція їх бонітету в межах земельного відводу, грн/га.

На площу і грошову оцінку земельної ділянки, що відводиться під розробку, а потім відновлюється, впливають такі параметри: гірничо-геологічні Γ та технологічні (розкриття P та система C розробки кар'єрного поля) умови експлуатації родовища, довжина L й ширина B кар'єрного поля, виробнича потужність кар'єру Q , тривалість T його функціонування. Звідси витікає, що $K_{I.B} = f(\Gamma, P, C, L, B, Q, T)$, де параметри Γ визначаються умовами залягання родовища, а інші параметри L, B, Q і T розраховують залежно від параметрів P та C . Значить, обсяги порушених природних ресурсів в основному слід обмежувати за рахунок технологічної схеми відпрацювання кар'єрного поля.

Шляхом наукового узагальнення технологічних основ способу розкриття та системи розробки кар'єрного поля визначений їх взаємозалежний вплив між ними та на обсяги порушення земельного відводу. Цей вплив в умовах обмеженого відводу викликає необхідність внутрішнього розміщення гірничих виробок та утворення відповідних названим умовам фронтів гірничих робіт. На основі результатів дослідження сформульоване перше наукове положення.

Систематизовано технологічні підходи, за якими може бути оптимізований взаємозв'язок між способом розкриття та системою розробки кар'єрного поля

(рис. 1). В аналітичному виді та стосовно даних практики роботи марганцевих кар'єрів розраховано скорочення ширини робочої, транспортної та відвальної площадок, унаслідок чого може бути зменшено рознесення бортів кар'єру, а значить, і площу земельного відводу (на 10-15%).

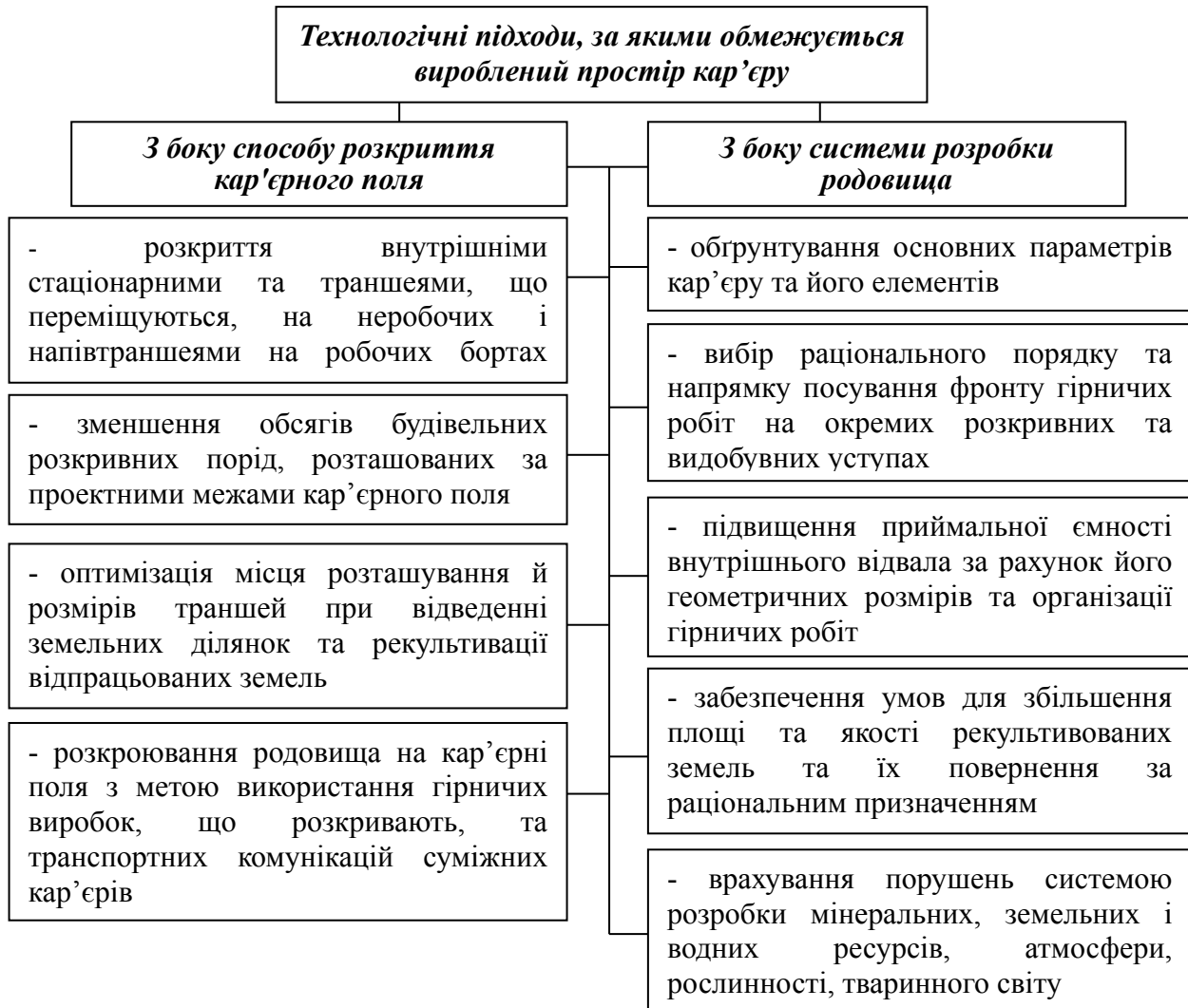


Рис. 1. Систематизація підходів до розробки технологічної схеми відпрацювання родовища з обмеженим просторовим розвитком кар'єру

Доцільність підвищення якості відновлених земель, а значить і грошової оцінки $\Gamma_{P,3}(B_{P,3})$ та збільшення площі $S_{P,N}$ рекультивованої ділянки визначається виконанням умови:

$$\Gamma_{P,3} \cdot S_{P,N} \geq B_{P,Г} + B_{P,Б} + D_{P,N} \cdot S_{N,3}, \text{ грн/рік}, \quad (2)$$

де $B_{P,Г}$, $B_{P,Б}$ – річні витрати, відповідно, на гірничотехнічну й біологічну рекультивацію, грн; $S_{P,N}$ – площа земельної ділянки, повернутої для господарського використання, га/рік.

На підставі коефіцієнту $K_{I,B}$ за формулою (1), визначена інтенсивність відтворення вартості природних земель на марганцевих кар'єрах ПГЗК. Вона становить 1,94, що свідчить, здебільшого, про значні витрати на

гірничотехнічну рекультивацію та занижену (за відсутності ринкового підходу) грошову оцінку природних земель. Крім того, зменшується площа земельного відводу. Надалі здійснений пошук напрямів обмеження обсягів використання земельних і, загалом, природних ресурсів шляхом впливу на технологічні параметри кар'єру.

Шляхом усунення площадок для розміщення конвеєрів на неробочому і відвальному бортах кар'єру та безтранспортної перевалки порід у відвал досягається повніше (на 23-30%) заповнення відвального простору розкривними породами, а також збільшується (на 10-15%) площа рекультивації земель. Обґрунтовані методичні засади та розраховані технологічні параметри схеми розміщення похилої частини виїзної траншеї уздовж неробочого борта кар'єру, яка засипається розкривними породами у міру посування фронту видобувних робіт. Це дозволяє паралельно посуванню видобувного уступу рекультивувати відсипані землі для подальшого господарського використання.

Третій розділ присвячений виконанню четвертого завдання досліджень, а саме, удосконаленню технологічних схем відпрацювання кар'єрного поля на основі визначених вище методичних засад за умови збереження природних ресурсів. Особливості гірничих виробок, що розкривають, обумовлюють принципові підходи до створення ресурсозберігаючої технології розробки горизонтального родовища. Виробки при обмеженому природокористуванні систематизовані за ознаками: місце розташування, стаціонарність розташування, примикання виробки до фронту гірничих робіт.

Технологічна схема розкриття та розробки кар'єрного поля обумовлює певний за формою та розмірами вироблений простір, і саме він є основним фактором, що забезпечує скорочення площі земельного відводу кар'єру й сприятливі умови для рекультивації відвальної поверхні в міру посування фронту видобувних робіт. Показано, що гірничі виробки, які розкривають, визначають умови їх засипання під час відпрацювання родовища. На практиці марганцевих кар'єрів ПГЗК 25-35% обсягу виробленого простору не засипається, передусім, унаслідок скороченої відносно фронту розкривних робіт довжини фронту відвальних робіт, що призводить до зовнішнього розміщення частини внутрішнього відвала.

Доцільними для збільшення ємності та повнішого засипання внутрішнього відвала є способи розкриття кар'єрного поля тимчасовими з'їздами або виїзними траншеями, що переміщуються. Так одержують доступ до видобувного уступу вслід за переміщенням фронту робіт розкривних уступів. Система розробки, прийнята відповідно способу розкриття за умови розміщення з'їздів та траншей всередині кар'єрного поля, дозволяє посувати уступи розкривних та видобувних робіт, забезпечуючи повне використання ємності виробленого простору. Його повна засипка досягається утворенням однакових за довжиною фронтів роботи розкривних і відвальних уступів.

Отримані автором результати дослідження залишкового виробленого простору кар'єру та інших гірничих виробок дозволили сформулювати друге наукове положення. На ньому ґрунтується технологічний підхід до розміщення

розкривних порід у межах кар'єрного поля. Далі запропоновані технологічні рішення, що відображають реалізацію цього положення шляхом його практичного впровадження.

Дослідження автора охоплюють гірничодобувні підприємства, які через великі розміри кар'єрів та виробничу потужність не відповідають ринковому попиту на їхню дорогу продукцію. Кар'єри сильно шкодять природному середовищу, тому необхідно перебудовувати технологічну схему. Вона має ґрунтуватися на адаптації комплексів устаткування до технологічних параметрів способу розкриття та системи розробки кар'єрного поля. З цією метою слід розглядати такі рішення: 1) впровадження комплексів устаткування меншої потужності; 2) концентрація устаткування у робочій зоні кар'єру; 3) скорочення фронтів розкривних та видобувних робіт та кількості одиниць технологічного устаткування; 4) реструктуризація технологічної схеми гірничих робіт.

Розміри кар'єрного поля в плані скорочуються шляхом розкриття горизонтального пласта напівтраншеями (з'їздами), розміщеними на неробочому борту, які в міру посування видобувних уступів засипаються (патент на винахід [8] за участю автора). Технологія передбачає наявність двох з'їздів: попереднього робочого 3,4 та нового (наступного), що будується 1,2 (рис. 2). Виїзна траншея засипається за допомогою відвалоутворювача 6.

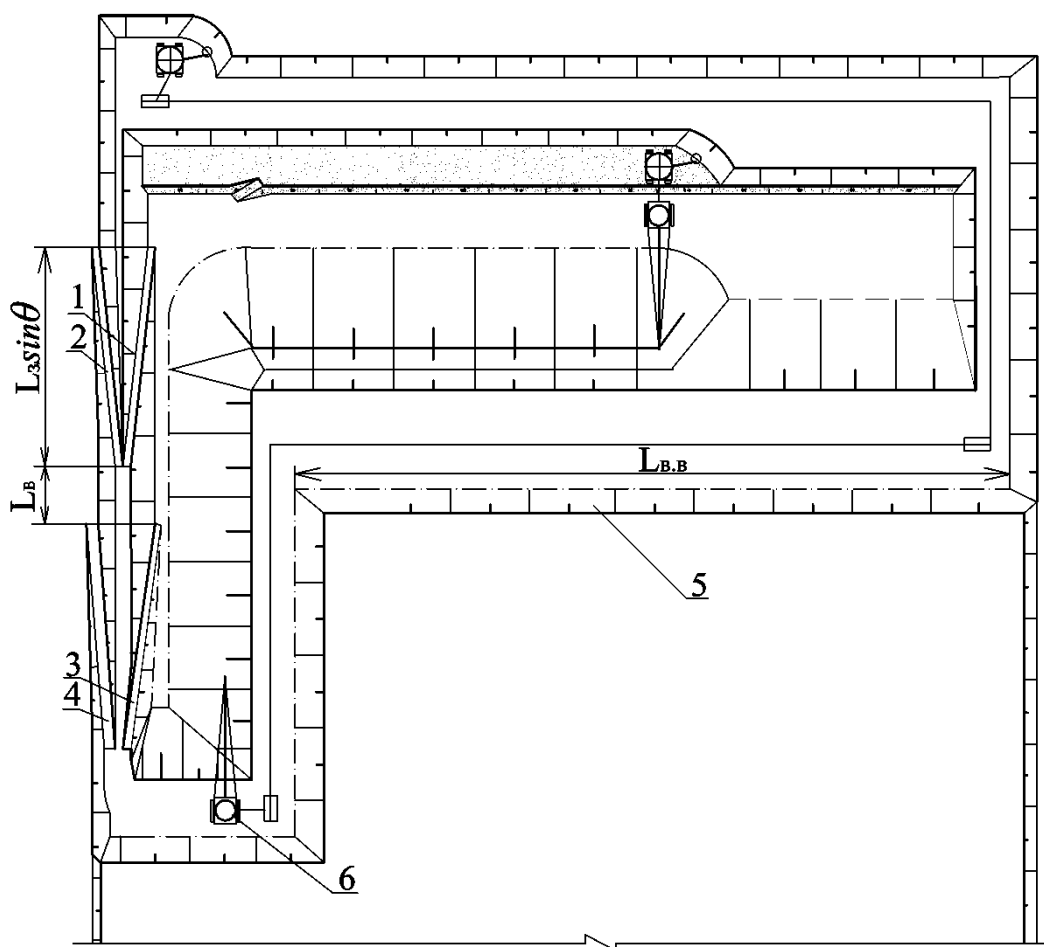


Рис. 2. Схема розкриття рудного пласта з'їздами, розміщеними на неробочому борту кар'єру (початок засипки виїзної траншеї та попереднього з'їзду)

Кожного разу при введенні в експлуатацію наступного з'їзду попередній з'їзд засипається. Висота верхнього ярусу відвала 5, згідно з якою встановлюють співвідношення фронтів роботи розкривних і відвальних уступів, розраховується за формулою:

$$H_{B.B} = \frac{L_{P.\Phi} H_{P.B} - S_3 \cdot L_3 / (L_3 \cdot \sin \theta + L_B) - S_{B.3}}{L_{B.B}}, \text{ м}, \quad (3)$$

де $L_{P.\Phi}$, $H_{P.B}$ – відповідно, довжина фронту робіт по верхньому розкривному уступу та його висота, м; L_3 , S_3 , – відповідно, довжина попереднього з'їзду, м; θ – кут ухилу з'їзду, град.; L_B – довжина виїзної траншеї (відстань між з'їздами), яка засипається при введенні наступного з'їзду в експлуатацію, м; $S_{B.3}$ – площа перетину з'їзду, м²; $L_{B.B}$ – довжина верхнього ярусу внутрішнього відвалу, м.

Висота ярусу $H_{B.B}$ обумовлює можливість розміщення розкривних порід у виробленому просторі, а отже, й зниження витрат на розкривні роботи. Витрати на видобувні роботи можуть бути зменшені за рахунок витрат на транспортування руди всередині кар'єру.

Це досягається шляхом розміщення попереднього та наступного з'їздів на відстані L_B один від одного, за якою мінімізуються сумарні витрати на гірничопідготовчі роботи й перевезення руди. За таким підходом для розрахунку відстані L_B запропонована формула:

$$L_B = \sqrt{\frac{C_3 \cdot V_3 + B_{OB}}{C_{IT.KM} m \cdot \gamma_P \cdot L_P}}, \text{ м}, \quad (4)$$

де m , γ_P – відповідно, потужність рудного пласта, м, й щільність руди, м³/т; $C_{IT.KM}$ – собівартість перевезення руди, грн/1 т км; L_P – довжина видобувного блоку рудного пласта, м; C_3 – собівартість робіт з будівництва з'їзду залежно від засобу механізації робіт (драглайн, скрепер, бульдозер тощо), грн/м³; B_{OB} – додаткові витрати з облаштування з'їзду в зоні виїзної траншеї, грн; V_3 – обсяг розкривних порід з проведення з'їзду, м³.

За рис. 3 мінімальні витрати (1,8 грн/т) на гірничотранспортні роботи в умовах кар'єрів ПГЗК досягаються при відстані між з'їздами 385 м. Запропонована схема відпрацювання родовища дозволяє здійснювати паралельно й одночасно видобувні, розкривні та рекультиваційні роботи, що знижує собівартість видобутку руди та втрати площі порушених земель.

Розроблена нова технологічна схема розкриття та розробки кар'єрного поля, яка відзначається концентрацією технологічного устаткування в робочій зоні (патент [9] за участю автора). За цією схемою фронт розкривних робіт розділяють на дві ділянки з фланговим розташуванням траншей, які переміщуються. Утворена посередині кар'єру траншейна виїмка-з'їзд облаштовується конвеєром від видобувного вибою до поверхні кар'єру.

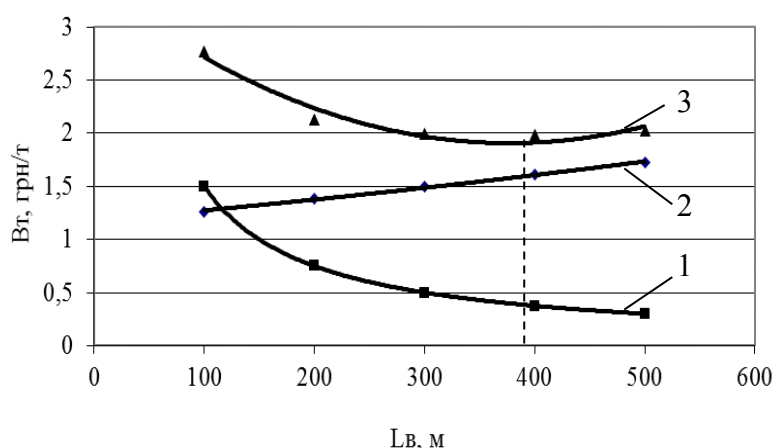


Рис. 3. Графіки залежності витрат на гірничотранспортні роботи від відстані між з'їздами: 1, 2, 3 – витрати, відповідно, на будівництво з'їздів, транспортування руди, сумарні

підвищити завантаженість устаткування, забезпечує низькі витрати на транспортування порід у внутрішній відвал, а корисної копалини – на поверхню кар'єру.

Четвертий розділ присвячений апробації отриманих науково-методичних результатів на прикладі їх використання для оптимізації та оцінки ефективності запропонованих рішень збереження природних ресурсів за практикою роботи марганцевих кар'єрів, що було передбачено п'ятим завданням досліджень.

Для формування скороченого фронту гірничих робіт з найменшою кількістю одиниць кар'єрного устаткування обґрунтована доцільність впровадження технології відпрацювання рудного пласта шляхом виймання розкривних уступів на повну ширину заходки. Ця технологія передбачає збільшення до технологічно припустимих ширини заходки та кута укосу залишкової призми. Завдяки цьому значно скорочуються втрати рудної сировини (за прийнятою нині технологією відпрацювання пласта напівзаходками щорічно втрачається від 13,1 до 65,9 тис. т руди – 2,0-10,2%). Також зменшується площа відводу природних земель під технологічні об'єкти кар'єру на 0,24-1,22 га/рік.

Розроблений новий спосіб відпрацювання розкривних уступів за безтранспортною схемою шляхом проведення випереджаючої траншейної виробки в підшві відвала. Це збільшує його ємність та спрощує заповнення виробленого простору (патент [7] за участю автора). Додаткова висота $H_{д.в}$ уступу розкривних порід, що можуть бути розміщені в траншейній виробці, розраховується таким чином:

$$H_{д.в} = (A_p - H_T \operatorname{ctg} \beta_T) \frac{H_T}{A_p}, \text{ м, тут } H_T = \frac{A_B - \sqrt{A_B^2 \left(1 - \frac{\operatorname{ctg} \beta_T \operatorname{tg} \beta_B}{K_P}\right)}}{2 \operatorname{ctg} \beta_T}, \text{ м,} \quad (5)$$

Траншеї в міру просування фронту видобувних робіт засипаються разом з виробленим простором, що надає сприятливі умови для рекультивациі відвальної поверхні. Схема реалізується за умови видобування корисної копалини у невеликому обсязі згідно з ринковим попиту. Визначено основні конструктивні параметри при компактному розміщенні технологічного устаткування на обмеженій площі, що дозволяє зменшити розміри кар'єрного поля в плані та

де H_T – глибина траншеї в підшві відвала за умови розміщення порід у міжгребневому провалі, м; β_B, β_T – кути укосу бортів внутрішнього відвала та траншейної виробки, град.; A_P, A_B – ширина розкривної та відвальної заходок, м; K_P – коефіцієнт розпушення розкривної породи, частка од.

За цією технологією перевалки розкривного уступу у відвал додаткова висота є функцією $H_{д.в} = f(H_T)$ (рис. 4). Економічний ефект від її застосування досягається завдяки скороченню витрат на перевезення автотранспортом порід розкривного уступу висотою $H_{д.в}$ й вирівнювання поверхні відвала для рекультивації. Обґрунтований методичний підхід до визначення ефекту.

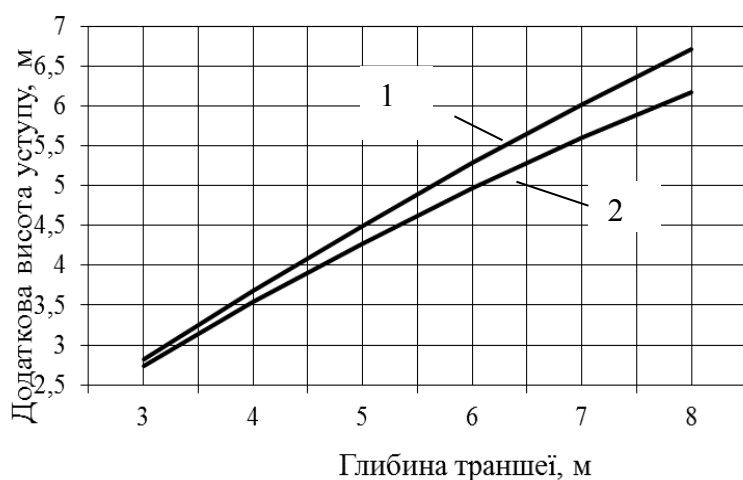


Рис. 4. Графіки залежності додаткової висоти розкривного уступу від глибини траншеї виробки: 1, 2 – відповідно, при ширині заходки 50 і 35 м

Запропонований вихід з цього складного стану на основі реконструкції технологічної схеми гірничих робіт, що дозволяє суттєво знизити витрати на видобування рудної сировини як основної складової собівартості концентрату. Оскільки реконструкція здійснюється в умовах діючих кар'єрів ПГЗК, то собівартість розробки 1 м^3 розкриву може бути вичислена, виходячи з вартісних оцінок обслуговування гірничотранспортного устаткування, застосованого на цих кар'єрах. Для реконструкції можуть бути задіяні вивільнені на інших кар'єрах драглайни, бульдозери тощо.

Продуктивність $Q_{P.C}$ комплексу устаткування для відпрацювання розкривного уступу визначається посуванням його фронту робіт, згідно з ринковим попитом $Q_{P.П}$ на рудну сировину, який обчислюється за попитом на концентрат. За цим підходом продуктивність комплексу має задовольняти умові:

$$Q_{P.C} \geq \frac{L_{P.Y} H_{P.Y}}{m_P \gamma_P L_{P.C} k_{B.3}}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (6)$$

де $L_{P.Y}, H_{P.Y}$ – відповідно, висота та довжина фронту робіт розкривного уступу, м; m_P, γ_P – потужність рудного пласта, м, та щільність руди, $\text{т}/\text{м}^3$; $L_{P.C}$ –

На кар'єрі ПГЗК продуктивністю 400 тис. т руди на рік, завдяки збільшенню на 5...7 м висоти уступу, що перевалюється драглайном ЭШ-15/90, річні витрати на перевалку розкривних порід можуть бути скорочені на 5,7...10,1 млн грн.

Через значне зниження ринкового попиту на марганцевий концентрат (на ПГЗК з 4,5 до 0,8 млн т на рік) значно підвищилася його собівартість та знизився збут.

довжина фронту робіт видобувного уступу, м; $k_{B.3}$ – коефіцієнт вилучення рудних запасів у вибої, частка од.

Визначена ефективність реконструкції системи розробки розкритого масиву потужністю 70 м на кар'єрі Чкаловський-2. Верхній уступ розкритих порід відсипається драглайном у вибій роторного комплексу, який перевалює ці породи у внутрішній відвал разом з породами основного уступу за транспортно-відвальною схемою. За розрахунком автора, сумарні витрати на розкриття роботи при проведенні реконструкції порівняно з витратами за діючою системою при продуктивності кар'єру 340 тис. т на рік по руді можна скоротити на 15,2 млн грн (на 18%).

Систематизовані умови застосування розроблених автором технологій, орієнтовно оцінена їх ефективність щодо обмеження обсягів використання природних ресурсів. Це дозволяє встановити напрям вдосконалення способу розкриття, системи розробки й доопрацювання кар'єрного поля, які проектує для того або іншого етапу експлуатації горизонтального родовища.

ВИСНОВКИ

У дисертації, яка є завершеною науково-дослідною роботою, вирішена актуальна наукова задача, що полягає у розвитку технологічних засад розкриття горизонтальних кар'єрних полів у взаємозв'язку з системою їх розробки та удосконаленні на підставі цього зв'язку раціональних рішень щодо утворення технологічної схеми гірничих робіт, які обмежують обсяги порушення природних ресурсів. Основні результати досліджень є вагомими для розробки горизонтальних родовищ.

1. Узагальнено технологічний підхід до обмеження обсягів порушення природного середовища гірничими розробками (порушується близько 80% споживчих якостей природних ресурсів, з яких не більш 70% повертається, вироблений простір кар'єру використовується на 65-75%). Ці обсяги залежать від технологічної схеми розкриття і розробки кар'єрного поля, яка визначає основні чинники впливу: 1) площу земельного відводу; 2) обсяг заповнення виробленого простору кар'єру; 3) умови гірничотехнічної рекультивациі.

2. Вибір технології розробки родовища має враховувати інтенсивність відтворення вартості відведених кар'єру природних земель, яка відображає витрати гірничодобувного підприємства на відведення природних та відтворення порушених земель порівняно з їх ринковою вартістю разом з вартістю інших природних ресурсів на цих землях. Стосовно марганцевих кар'єрів ПГЗК ця інтенсивність становить 1,94, що свідчить, здебільшого, про значні витрати на рекультивацию та занижену ринкову оцінку природних земель, а також зменшену площу земельного відводу.

3. Технологічний підхід до збільшення площі рекультивованих ділянок, передбачає засипання внутрішніх гірничих виробок, що розкривають рудний пласт, за певним кроком переміщення фронту гірничих робіт. Способи розкриття за видом виробки розділені на групи: 1) тимчасовою траншеєю з відсипанням в ній з'їздом; 2) з'їздом, який переміщується на неробочому борті

кар'єру. Обґрунтовані параметри відвальних ярусів, що забезпечують розміщення розкривних уступів у виробленому просторі. За умови мінімізації витрат на видобування руди крок переміщення з'їздів на марганцевому кар'єрі пропонується рівним 385 м.

4. Аналітично доведена доцільність розробки горизонтального рудного пласта при значній потужності масиву розкривних порід, шляхом скорочення ширини робочої, транспортної та відвальної площадок, унаслідок чого зменшується рознесення бортів кар'єру, а значить зменшується площа земельного відводу на 10-15%. За рахунок підвищення повноти вилучення рудної сировини у вибої на марганцевих кар'єрах відведення природних земель для відпрацювання розкривної заходки може бути зменшено на 1,22 га.

5. Обґрунтовано спосіб зменшення площі земель, що відводяться відповідно до посування робочого борту кар'єру, та витрат на гірничо-транспортні роботи при малому попиті на рудну сировину, яка видобувається, шляхом розміщення технологічного устаткування в стиснутій робочій зоні. Спосіб передбачає утворення на флангах та посередині кар'єрного поля тимчасових траншей для транспортування розкривних порід у внутрішній відвал, а корисної копалини – на поверхню кар'єру. Траншеї в міру посування фронту видобувних робіт засипаються разом з виробленим простором. Встановлені параметри системи розробки, що забезпечують взаємодію розкривного та відвального устаткування.

6. Розроблена нова безтранспортна технологія відпрацювання уступу розкривних порід шляхом утворення випереджаючої траншейної виробки в підшві внутрішнього відвала та визначені її параметри. Завдяки підвищенню уступу висотою 21,9 м на 5-7 м на марганцевому кар'єрі річні витрати на перевалку порід у відвал драглайном ЭШ-15/90 можуть бути скорочені на 5,7...10,1 млн грн. Пропонована технологія спрощує організацію бульдозерного вирівнювання поверхні відвала для рекультивації.

7. Визначена ефективність реконструкції комплексу гірничих робіт на кар'єрі Чкаловський-2 згідно з теперішнім (340 тис. т на рік) попитом на рудну сировину. Реконструкція, що пропонується, передбачає відвалоутворення верхнього розкривного уступу роторним комплексом разом з породами основного уступу за транспортно-відвальною системою. Сумарні витрати на розкривні роботи порівняно з витратами за діючою системою можуть бути скорочені на 15,2 млн грн (18%).

Результати дисертації опубліковані у наступних наукових працях:

Статті у наукових фахових виданнях України – 7, основними з яких є:

1. Прокопенко В.І. Підвищення ефективності безтранспортної схеми розробки надрудного уступу на марганцевих кар'єрах [Текст] / В.І. Прокопенко, Ю.І. Літвінов // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ: 2007. – №9. – С. 24-27.

2. Мормуль Т. Н. Выбор землесберегающей технологии вскрытия и системы разработки месторождений в зависимости от их формы и размеров

[Текст] / Т. Н. Мормуль, Ю. И. Литвинов // Екологія і природокористування: Збірник наукових праць. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 17. – С. 145-151.

3. Мормуль Т.М. Обґрунтування методичних підходів до вибору землезберігаючих технологій відпрацювання горизонтальних родовищ [Текст] / Т.М. Мормуль, Ю.І. Літвінов // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2015. – №3. – 124-129 (*Index Copernicus*).

4. Літвінов Ю.І. Технологічні засади розробки горизонтального родовища при внутрішньому розміщенні тимчасових траншей [Текст] / Ю.І. Літвінов // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2016. – Вып. 126. – С. 81-91.

5. Prokopenko V.I. Environmental orientable imperative of developing the technology and excavation of horizontal fields //V.I. Prokopenko, Yu. I. Litvinov //Scientific Bulletin of National Mining University. – 2017. – №2. – С. 51-57 (*Scopus, Index Copernicus*).

Зарубіжні публікації

6. Technological and economic aspects of the open working development in the mode of land preservation / Prokopenko V., Terehoff E., Shapoval V., Litvinov Y. // Scientific reports on resource issues 2016, vol. 1 // TU Bergakademie Freiberg, International University of Resources. 2016. – P. 469 – 475.

Патенти

7. Пат. 109862, Україна, МКП E21C 41/26. Спосіб розробки уступів розкривних порід при видобутку горизонтального пласта корисної копалини / Прокопенко В.І., Весел М.М., Літвінов Ю.І.; заявник і патентовласник Державний ВНЗ «НГУ». - а201411398; заявл. 20.10.14; опубл. 12.10.15, Бюл. №19.

8. Пат. 112027, Україна, МКП E21C 41/26. Спосіб відкритої розробки горизонтального родовища / Прокопенко В.І., Весел М.М., Літвінов Ю.І.; заявник і патентовласник Державний ВНЗ «НГУ». - а201504030; заявл. 27.04.15; опубл. 11.07.16, Бюл. №13.

9. Пат. 113466, Україна, МКП E21C 41/26. Спосіб відкритої розробки родовищ корисних копалин / Прокопенко В.І., Літвінов Ю.І.; заявник і патентовласник Державний ВНЗ «НГУ». - а201508499; заявл. 11.04.16; опубл. 25.01.17, Бюл. №2.

Конференцій – 7, основними з яких є:

10. Літвінов Ю.І. Створення природоохоронних технологій видобутку корисних копалин, як шлях до реабілітації порушених гірничими роботами територій / Ю.І. Літвінов // III Міжнар. наук.-прак. конф.: «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи та суспільства». 24-25 березня 2016. – Тернопіль: Крок, – 2016. – С. 48-50.

11. Літвінов Ю.І. Прийняття еколого-орієнтованих рішень в аспекті розвитку землезберігаючих технологій при відкритих гірничих розробках / Ю.І. Літвінов // Тези III Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених: «Перспективи розвитку гірничої справи та

раціонального використання природних ресурсів». 27-28 квітня 2016 р. – Житомир: ЖДТУ, – 2016. – С. 60-62.

12. Літвінов Ю.І. Еколого-орієнтований імператив як напрям безпечного ведення видобувних робіт / Ю.І. Літвінов // XIII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю: «Сучасні проблеми екології». м. Житомир, 15 березня 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, – 2017. – С. 52-53.

13. Літвінов Ю.І. Технологічний взаємозв'язок способу розкриття та системи розробки родовища як чинник обмеженого використання природних ресурсів / Ю.І. Літвінов // Тезиси докладов Международного научного симпозиума: «Неделя эколога – 2017». г. Каменское, 10-13 апреля 2017. – С. 266-268.

Інші видання -3, основними з яких є:

14. Терехов Є.В. Обґрунтування шляхів підвищення ефективності землезбереження як фактору забезпечення інвестиційної привабливості техногенних земель / Є.В. Терехов, Ю.І. Літвінов // Науковий журнал Економічний вісник Національного гірничого університету. – 2016. – №4 (56). – С. 126-133 (Index Copernicus).

15. Terekhov Ye. V. Development of ecological enterprise in conditions of use of technogenic land / Ye. V. Terekhov., Yu. I. Litvinov // Науковий журнал Економічний вісник Національного гірничого університету. – 2018. – №1 (61). – С. 173-181 (Index Copernicus).

Особистий внесок автора в роботи, опубліковані у співавторстві: [1] – запропоновано методичний підхід до роздільного відпрацювання розкривного та рудного уступів; [2] – проаналізовано технологічні схеми відпрацювання родовища за умови заповнення залишкового виробленого простору; [3] – визначено алгоритм вибору системи розробки залежно від способу розкриття родовища; [5] – розроблена технологія розкриття й видобування рудного пласту та обґрунтовані її параметри; [6] – удосконалена схема розробки розкривних уступів при недостатній ємності відвального простору; [7] – розроблена технологічна схема відпрацювання високих розкривних уступів; [8, 9] – розроблена технологія відпрацювання рудного пласту та встановлені її параметри; [14] – визначено методичний підхід до вибору технологічного варіанту відтворення земельних угідь; [15] – запропоновано методичний підхід до вибору технологічної схеми відпрацювання горизонтального родовища виходячи з взаємозв'язку між способом розкриття та системою розробки.

АНОТАЦІЯ

Літвінов Ю.І. Технологічні засади розкриття та розробки горизонтальних кар'єрних полів при обмеженому порушенні природних ресурсів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.15.03 – «Відкрита розробка родовищ

корисних копалин», - НТУ «Дніпровська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Дніпро, 2018.

Дисертаційна робота присвячена обґрунтуванню технологічного взаємозв'язку між способом розкриття та системою розробки кар'єрного поля як напряму удосконалення технологічної схеми відпрацювання горизонтального родовища за умови обмеженого порушення природних ресурсів.

Визначений вперше спільний вплив способу розкриття та системи розробки горизонтального родовища на технологію реконструкції кар'єру при найменшому пошкодженні оточуючого природного середовища. Реконструкція передбачає удосконалення способів шляхом розкриття робочих горизонтів траншеями, що переміщуються, розміщення гірничотранспортного устаткування у стиснутій робочій зоні, утворення випереджаючої траншейної виробки в підшві внутрішнього відвала, а також відпрацювання надрудного уступу на повну ширину заходки. У результаті цього зменшується площа земельного відводу, повніше використовується простір внутрішнього відвала та збільшується площа відвальної поверхні для гірничотехнічної рекультивациі. Визначено умови та ефективність впровадження результатів досліджень стосовно марганцевих кар'єрів Покровського ГЗК.

Ключові слова: розкриття кар'єрного поля, система розробки родовища, технологічні схеми, комплекси устаткування, гірничі виробки, природні ресурси, внутрішнє відвалоутворення.

АННОТАЦІЯ

Литвинов Ю.И. Технологические основы вскрытия и разработки горизонтальных карьерных полей при ограниченном нарушении природных ресурсов. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.15.03 – «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых», – НТУ «Днепро́вская политехника», Министерство образования и науки Украины, Днепр, 2018.

Диссертация посвящена обоснованию технологической взаимосвязи между способом вскрытия и системой разработки карьерного поля как направления совершенствования технологической схемы отработки горизонтального месторождения при условии ограниченного нарушения природных ресурсов.

В работе обоснован технологический подход к решению научной задачи, согласно которому способ вскрытия и система разработки выбираются совместно при условии размещения горных выработок (капитальной и выездной траншей) внутри карьерного поля, а вскрышные, отвальные и добычные уступы перемещаются таким образом, чтобы обеспечивалось полное использование емкости выработанного пространства карьера и других остаточных выработок.

Эффективность мероприятий по ресурсосбережению предложено

оценивать на основе коэффициента интенсивности восстановления стоимости природных земель, исходя из затрат горнодобывающего предприятия на отвод ненарушенных и возвращения рекультивированных на карьерах земель. Относительно марганцевых карьеров Покровского ГОК этот критерий составляет 1,94, что свидетельствует в основном о значительных расходах на горнотехническую рекультивацию и заниженную (при отсутствии рыночного подхода) денежную оценку природных земель. Эффективность ресурсосбережения повышается при внутреннем расположении объектов, которое принципиально ограничивает возможные объемы нарушения природных ресурсов.

Разработаны технологические основы управления размерами земельного отвода на основании полного заполнения отвального пространства вскрышными породами, для чего используют перемещаемые наклонные и горизонтальную выездную траншеи, дополнительную траншейную емкость в подошве отвала и бестранспортную технологию внутреннего отвалообразования, которая исключает площадки для размещения конвейеров на нерабочем и отвальных бортах карьера. Обоснована зависимость суммарных затрат на горнотранспортные работы, добычу и перевозку руды внутри карьера от шага перемещения съездов. Оптимальный шаг перемещения этих съездов, который минимизирует указанные расходы, для марганцевых карьеров равен 385 м. Обоснована технология отработки надрудного уступа, которая обеспечивает более полное извлечение запасов марганцевой руды путем технологического разделения вскрышных и добычных работ и отработки уступов на полную ширину заходки (вместо полузаходок). В зависимости от параметров технологической схемы добычи полезного ископаемого широкими заходками потери руды снижаются на 13-65 тыс. т (от 2% до 10%) на одну вскрышную заходку. Технология позволяет предотвратить отвод природных земель под технологические объекты карьера площадью 0,24-1,22 га и компенсацию за отвод этих земель стоимостью 536,5-708,6 тыс. грн.

Разработана новая технологическая схема отработки высоких уступов при использовании бестранспортной системы разработки и использовании отвального экскаватора при проведении опережающей траншеи. Проведение этой траншейной емкости в подошве отвала позволяет увеличить высоту разрабатываемого вскрышного уступа на 5...7 м.

Систематизированы условия применения разработанных автором технологических схем, ориентировочно оценена их эффективность по ограничению объемов нарушения природных ресурсов, которая позволяет установить направление совершенствования способа вскрытия, системы разработки и доработки карьерного поля.

Практическое значение полученных результатов заключается в том, что результаты теоретических исследований обобщены на уровне технологических подходов к сохранению природных ресурсов при отработке горизонтального месторождения, основанных на методических принципах вскрытия и разработки карьерного поля при минимальном отводе природных и

наибольшем восстановлении нарушенных природных ресурсов. Практическое значение также подтверждается полученными автором патентами, в которых предложены способы открытой разработки горизонтального месторождения, применение которых позволяет сократить расстояние транспортировки рудного сырья внутри карьера, увеличить площадь земельного участка для рекультивации поверхности внутренних отвалов (патент №112027, патент №113466). Также предложен способ разработки уступов вскрышных пород увеличенной высоты при добыче горизонтального пласта полезного ископаемого при бестранспортной схеме, который позволяет выравнять поверхность внутреннего отвала, что повышает качество отвалообразования и снижает затраты на этот процесс (патент №109862). Определены условия и эффективность применения результатов исследований на марганцевых карьерах Покровского ГОК.

Ключевые слова: вскрытие карьерного поля, система разработки месторождения, технологические схемы, комплексы оборудования, горные выработки, природные ресурсы, внутреннее отвалообразование.

SUMMARY

Litvinov Yu.I. The opening technological principles and horizontal open pit mining fields quarrying with limited damage of natural resources. - On the rights of the manuscript.

The thesis for a scientific degree of the candidate of Technical Sciences (Ph.D.) in specialty 05.15.03 – Surface mining, – National Technical University «Dnipro Polytechnic», Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2018.

The dissertation is devoted to the technological interconnection support between the disclosure method and the quarry field development system as the improvement direction of the horizontal field development technological scheme, provided that there is a limited violation of natural resources.

For the first time, the joint influence of the disclosure method and the horizontal field development system on the career reconstruction technology with the least damage to the surrounding environment has been determined. Reconstruction supposes the opening working horizons methods improvement by moving trenches, placing of mining equipment in a narrow working area, formation of a forward trench development in the sole of the inner bin, as well as the above ore layer development on the full width of the drive. As a result, the area of land drain decreases, the interior space is used more fully and the area of mining technical reclamation of the waste surface is increased. The conditions and efficiency of the research results implementation in relation to the Pokrovsky GOK manganese open-pit workings are determined.

Key words: open-pit workings field opening, the deposit development system, technological schemes, equipment complexes, mine openings, natural resources, internal dump formation.