

Т.М. Мормуль, к.т.н.

Ю.І. Літвінов, асист.

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИБОРУ ЗЕМЛЕЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДПРАЦЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ РОДОВИЩ

Проаналізовано наукові праці, в яких висвітлено характер і ступінь порушення навколишнього природного середовища гірничодобувними підприємствами. Існуючі сьогодні технологічні рішення частіше не відповідають вимогам екологічно безпечного ведення гірничих робіт. Для усунення цього недоліку розроблений методичний підхід, що безпосередньо спрямований на збереження земельних ресурсів при експлуатації горизонтального родовища. Площа відведених земель, обсяг транспортних та інших витрат зменшуються за рахунок повнішого заповнення відвального простору розкривними породами, що досягається шляхом розташування розкривних виробок усередині кар'єрного поля. При цьому збільшується площа підготовлених до рекультивациі земель завдяки погащенню капітальних та виїзних траншей паралельно з просуванням фронту робіт на видобувному та розкривних уступах. Узагальнене розуміння про конструювання можливих варіантів системи розкриття й відпрацювання кар'єрного поля й розроблено алгоритм вибору раціонального варіанта системи відпрацювання родовища.

Ключові слова: кар'єрне поле; горизонтальні родовища; порушені площі земель; землезберігаючі технології; алгоритм.

Постановка проблеми. За видами промислової продукції на світовому ринку Україна була та залишається країною з великим сировинним потенціалом. Прогресуючий розвиток господарської діяльності гірничо-збагачувальних комбінатів з видобування й перероблення значних обсягів мінеральної сировини вимагає все більшого за площею відведення земельних ресурсів, які на довгий час вибувають з народногосподарського використання. Це призводить до глибоких негативних змін навколишнього природного середовища (НПС), унаслідок чого порушується рівновага між природними ресурсами, що є об'єктивним фактором до обмеження інтенсивності виробничої діяльності гірничих підприємств. В результаті гірничих розробок на прилеглих територіях утворюється зона екологічної катастрофи, яка ставить під сумнів можливість життєдіяльності людини як складової НПС.

Характер і ступінь порушення середовища, що оточує гірниче підприємство, і, зокрема, земель гірничого відводу, обумовлені методичними підходами, за якими формується кар'єр та інші технологічні об'єкти гірничих робіт. Для марганцевих кар'єрів глибиною 50–70 м для розташування об'єктів треба виділяти ділянки площею 163–228 га, з них для капітальної траншеї – 12,1–12,9 %, розрізної траншеї – 57,0–56,1 %, зовнішнього відвалу – 31,0 %. За досвідом експлуатації Шевченківського кар'єру Орджонікідзевського ГЗК, через складні гідрогеологічні умови розробки рудного пласта земна поверхня, порушена в межах залишкового виробленого простору, складе 230 га, для засипання цього простору потрібно буде мати 80 млн. м³ розкривних порід.

Питання з охорони НПС, враховуючи катастрофічні наслідки відкритих гірничих розробок, пов'язані з недостатніми дослідженнями та неефективним впровадженням землезберігаючих підходів у практику проектування технології відпрацювання горизонтальних родовищ. Технологічні рішення, що діють сьогодні, лише частково передбачають експлуатацію родовища шляхом екологічно безпечного ведення гірничих робіт. Ці рішення безпосередньо не спрямовані на мінімізацію техногенних порушень земної поверхні та повернення відновлених земель в якнайбільшому обсязі й потрібної якості. Тому питання щодо розробки землезберігаючих підходів слід вирішувати, виходячи з методичних рішень, що будуть забезпечувати ефективне ведення відкритих гірничих розробок за умови збереження НПС гірничодобувних підприємств на прилеглих територіях.

Аналіз існуючих наукових досліджень. Вирішенню питань щодо вибору й обґрунтування технологічних підходів до землезбереження на відкритих гірничих розробках останнім часом приділяється все більша увага. Основними напрямками підвищення ефективності технологій збереження земельних ресурсів є способи розкриття кар'єрного поля, системи його розробки та

комплекси устаткування, а також організація виробничих процесів. Розглянуто наукові праці, що містять результати досліджень за цими напрямками.

У [1] встановлені фактори, що впливають на втрати земель, а саме, розташування розкривних виробок у кар'єрному полі залежно від їх форми та розмірів у плані. Авторами роботи запропонований методичний підхід, який передбачає поелементну оцінку порушень у межах гірничого та земельного відводів, що забезпечує розміщення відвалів розкривних порід на борту розрізної траншеї. З метою скорочення площі земель Горлов В.Д. [2] запропонував технологічну схему відвалоутворення, за якою розкривні породи спочатку відсипаються в тимчасовий відвал на робочому борту, а потім переміщуються у внутрішній відвал діючого кар'єру. В монографії [3] наведений технологічний підхід до погашення залишкових виробок, починаючи з торця кар'єру, що забезпечує повнішу за площею засипку внутрішнього відвалу.

За напрямом збереження земельного фонду також слід виділити роботи [4, 5], де розглядається питання із відновлення відпрацьованих земель шляхом гірничотехнічної рекультивациї, причому шар чорнозему та потенційно родючого ґрунту з передового уступу переміщується на поверхню відвала. Доцільна потужність насипного шару ґрунту, виходячи з раціонального порядку рекультивациї зовнішніх відвалів на вугільних кар'єрах, визначена Клопотковським А.П. [6]. Оцінка рекультивованих ділянок на агроекологічній основі, яка запропонована у наукових працях [7], сприяє вибору технологій гірничих робіт за умови повернення продуктивних угідь для сільськогосподарського використання.

У [8] розглядаються питання засипки виробленого простору під час доопрацювання кар'єрного поля за рахунок додаткової ємності внутрішнього відвалу, для чого збільшується результуючий кут його укосу. Враховуючи нетривалий час доопрацювання кар'єру, протягом якого відвальні уступи необхідно підтримувати в стійкому стані, результуючий кут може бути збільшений, що збільшує відвальну ємність.

Рівень повноти використання земельних ресурсів, як результат ефективності впровадження тієї чи іншої технології відкритої розробки родовища, обумовлений прийнятим для її оцінки критерієм. Прокопенко В.І. [9] обґрунтував економічні критерії для оцінювання ефективності землезбереження залежно від технології експлуатації родовища. Запропонована оцінка доцільності технологій розкриття й розробки кар'єрного поля, виходячи з рівня збереження грошової оцінки природних земель та строку окупності витрат на рекультивациїні роботи. Встановлено, що витрати на відновлення й облаштування порушеної земної поверхні значною мірою обумовлені напрямом наступного використання відновлених земель залежно від їхнього бонітету. Ефективну за зазначеними критеріями оцінки технологію гірничих робіт на кар'єрі рекомендується обирати, враховуючи витрати на гірничотехнічну рекультивацию, а також обсяги й якість відновлених земель, які забезпечує ця технологія

У [10] наведений аналіз об'єктів ландшафтних порушень при відкритій розробці родовищ. Ці дослідження мають практичний інтерес за методичним підходом до технології погашення залишкових гірничих виробок і формування рельєфу земної поверхні на кар'єрах Орджонікідзевського ГЗК. Узагальнено принципи положення до формування фронту гірничих робіт, враховуючи систему доопрацювання кар'єрного поля.

В опублікованих наукових працях ефективність методичних рішень і розроблених технологій щодо збереження земельних ресурсів, в основному, ґрунтується на використанні високопродуктивного розкривного устаткування, яке передбачає впровадження раціональної технології землекористування. Розглянуті вище технологічні та організаційні підходи спрямовані на відновлення площ порушених природних земель, а також на створення сприятливих умов для гірничотехнічної рекультивациї і збільшення площ земель, які повертаються народному господарству. Відсутні ефективні землезберігаючі підходи, що мають базуватися на способах розкриття та системах розробки кар'єрного поля, а також на організації ведення гірничих робіт, що безпосередньо спрямовані на збереження земельних ресурсів. Саме ці підходи та методичні рішення можуть значно вплинути на вибір землезберігаючих технологій відкритої розробки родовища. З огляду на недосконалість наведеного обґрунтування сформульована мета статті.

Мета статті – розробити методичний підхід до вибору та обґрунтування технології відпрацювання горизонтального родовища, яка безпосередньо передбачатиме зниження втрат земельних ресурсів шляхом зниження площі відводу земель під гірничі виробки та утворення сприятливих умов для гірничотехнічної рекультивациї.

Підхід авторів статті для досягнення зазначеної мети ґрунтується на таких напрямках удосконалення технології гірничих робіт:

1) виїзна та розрізна траншеї, тимчасові з'їзди, що розкривають рудний пласт, інші гірничі виробки розташовуються всередині кар'єрного поля;

2) розкривні породи, що видаляються при розкритті пласта корисної копалини, відсипаються у внутрішньому відвалі, тобто, не розміщуються за межами кар'єрного поля;

3) для розміщення розкривних порід у кар'єрному полі будуються транспортні схеми, що забезпечують найбільшу повноту заповнення виробленого простору, припускаючи, порівняно з традиційними, деяке перевищення транспортних витрат;

4) приймальна ємність внутрішнього відвалу за довжиною фронту відвальних робіт та висотою відвалу забезпечує розміщення всього обсягу експлуатаційної заходки;

5) внутрішні відвали формуються таким чином, що поверхня відвалів може бути рекультивована за параметрами земельної ділянки та властивостями техногенного ґрунту відповідно до вимог подальшого використання рекультивованих земель.

Розташування розкривних виробок усередині кар'єрного поля дозволяє збільшити площі підготовлених до рекультивації земель шляхом погашення капітальних та виїзних траншей паралельно з просуванням фронту робіт на видобувному та розкривних уступах. У разі розташування виробок поза межами кар'єрного поля обирається технологічна схема із переміщенням виїзних з'їздів, що уможливує повну засипку виробленого простору. У протилежному випадку треба визначати параметри внутрішнього відвала, що забезпечують його необхідну приймальну ємність. У систематизованому вигляді гірничі виробки, які можуть бути проведені для розкриття кар'єрного поля, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Систематизація гірничих виробок для розкриття горизонтальних родовищ

Гірничі виробки	Місце розташування	Стационарне розташування	Примикання виробок до фронту гірничих робіт
Капітальна траншея	Всередині чи зовні кар'єрного поля	Постійні	Загальна траншея в центрі чи на фланзі
			Флангове з обох боків
В'їзна траншея	Всередині чи зовні кар'єрного поля	Постійні	Загальна траншея в центрі чи на фланзі
			Флангове з обох боків
Напівтраншея	На окремій ділянці (в окремому блоці) кар'єрного поля	Тимчасові	Загальна напівтраншея в центрі чи на фланзі блока
Розрізна траншея	В середині чи зовні кар'єрного поля	Постійні	Вздовж фронту гірничих робіт кар'єра
	На окремій ділянці (в окремому блоці) кар'єрного поля	Тимчасові	Вздовж фронту гірничих робіт в блоці
З'їзд	На непрацюючому борту кар'єру	Постійні	Під кутом до виїзної траншеї
	На робочому борту кар'єру	Тимчасові	Під кутом до фронту розкривних та видобувних робіт
	На укосі розкривного чи відвального уступу	Тимчасові	Під кутом до виїзної траншеї Під кутом до фронту видобувних та відвальних робіт

Виробки розділені за ознаками: місце розташування, стаціонарність розташування, примикання виробки до фронту гірничих робіт. Розташування виробок на тій чи іншій ділянці кар'єрного поля може бути як тимчасовим, так і стаціонарним.

Доцільним для зменшення площі відведених земель, транспортних та інших витрат, а також повнішого заповнення відвального простору розкривними породами є безперервне переміщення виробок, що забезпечують доступ до видобувного уступу, вслід за переміщенням фронту робіт розкривних уступів.

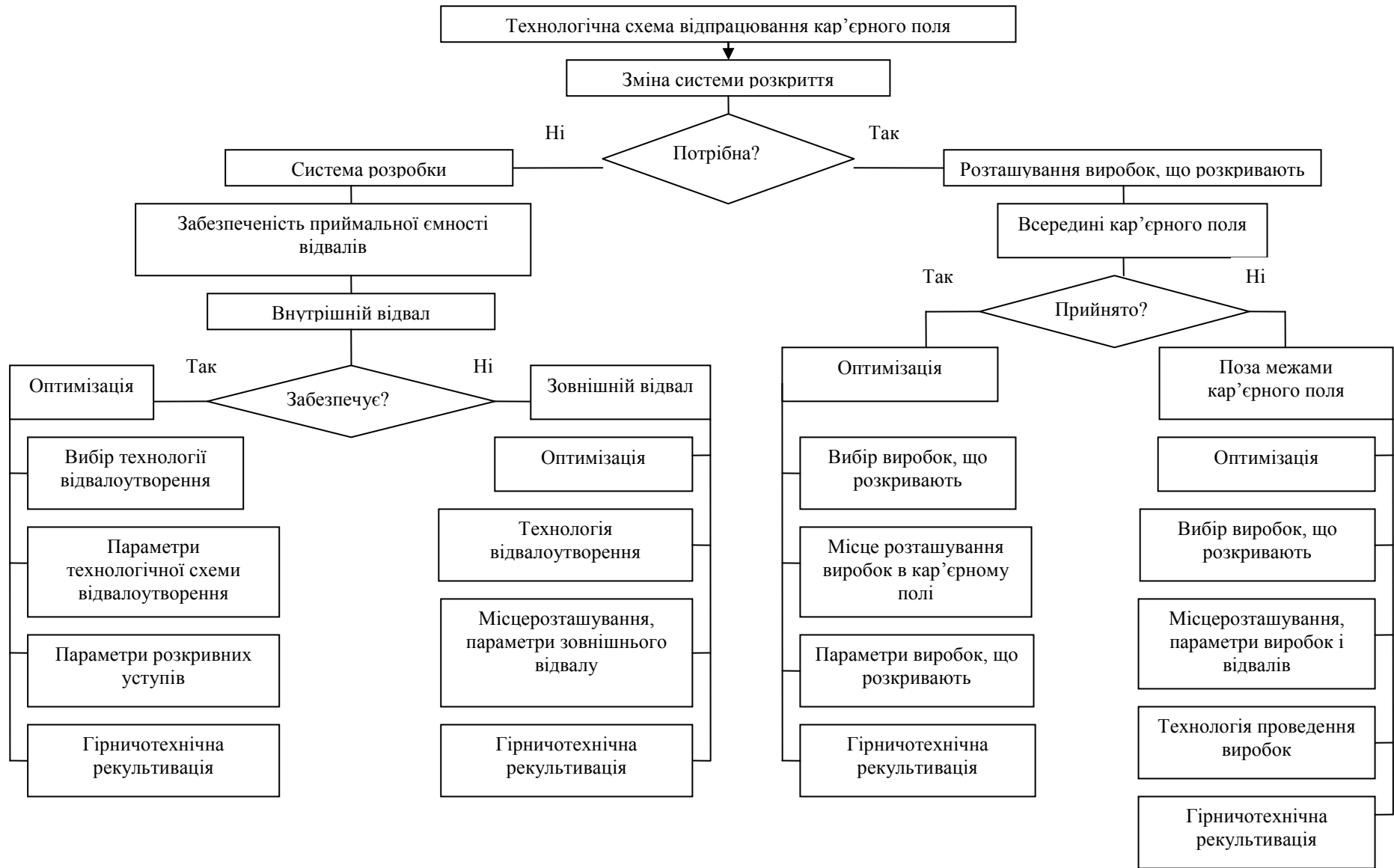


Рис. 1. Схематичне відображення алгоритму вибору та оптимізації систем розкриття та відпрацювання горизонтального родовища

Відвальні уступи також переміщуються одночасно з розкривними. Такий порядок посування уступів досягається частіше без технологічних та організаційних складнощів при розкритті уступу корисної копалини за допомогою напівтраншеї, що розташована в центрі або на фланзі блока, який відпрацьовується, а також тимчасового з'їзду, проведеного під кутом до виїзної траншеї чи до фронту розкривних гірничих робіт (табл. 1).

Викладені напрями збереження земельних ресурсів дозволяють скласти узагальнене розуміння про конструювання та варіанти системи розкриття й відпрацювання кар'єрного поля. Ураховуючи перелічені напрями, здійснюється вибір та оптимізація раціонального варіанта цієї системи за критеріями економічної та екологічної ефективності експлуатації родовища, для чого може бути використаний алгоритм, наведений на рисунку 1. Алгоритм передбачає можливість порівняльного аналізу різних систем розкриття кар'єрного поля й розробки розкривних та видобувних уступів на етапах початку експлуатації, безпосередньо експлуатації родовища, а також його доопрацювання, різного технологічного устаткування. Питання, що розглядається, слід вирішувати, виходячи з критеріїв ефективності, які цілеспрямовано забезпечуватимуть охорону природних ресурсів, передусім, якнайменше використання природних земель та якнайбільше відновлення відпрацьованих земельних площ.

Висновки:

1. Систематизовані технологічні та організаційні рішення щодо збереження земельних ресурсів при експлуатації горизонтального родовища, які базуються на системах розкриття й розробки кар'єрного поля, а також на організації ведення гірничих робіт за умови безпосереднього спрямування цих рішень на найменше відведення природних та найбільше відтворення порушених земель. Менша площа земельного відводу полегшує її більш повне відновлення після відпрацювання на кар'єрі.

2. Площа земельного відводу і сума транспортних та інших витрат на видобування корисної копалини зменшуються при розташуванні розкривних виробок усередині кар'єрного поля. Цей підхід забезпечує повніше заповнення відвального простору розкривними породами, а також дозволяє збільшити площі підготовлених до рекультивациі земель шляхом погашення капітальних та виїзних траншей паралельно з посуванням фронту гірничих робіт. Технологічна схема розкриття кар'єрного поля за допомогою виїзних з'їздів, що переміщуються, уможливує отримання зазначених ефектів.

3. Визначений в цілому загальний підхід до будування варіантів системи розкриття й відпрацювання кар'єрного поля шляхом об'єднання її різних складових за технологією та устаткуванням гірничих робіт. Розроблений алгоритм вибору та оптимізації цих складових стосовно відпрацювання горизонтального родовища на підставі їх порівняльного аналізу при розкритті та розробці розкривних і видобувних уступів на всіх етапах експлуатації родовища за критеріями економічної та екологічної ефективності.

Список використаної літератури:

1. *Овчинников В.А.* Промышленность и рекультивация земель / *В.А. Овчинников, Л.В. Моторина.* – М. : Мысль, 1975. – 240 с.
2. *Горлов В.Д.* Рекультивация земель на карьерах / *В.Д. Горлов.* – М. : Недра, 1981. – 260 с.
3. *Весел Н.Н.* Усовершенствование технологии открытых горных работ в режиме земле сбережения : монография / *Н.Н. Весел, Т.Н. Мормуль* ; под науч. ред. проф. *В.И. Прокопенко.* – Днепропетровск : Наука и освіта, 2008. – 268 с.
4. *Горлачук В.В.* Управління земельними ресурсами : навч. посібник / *В.В. Горлачук, В.Г. В'юн, А.Я. Сохнич.* – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. П.Могили, 2002. – 314 с.
5. Стратегічне управління : навч. посібник / За ред. *В.В. Горлачука.* – Миколаїв : Шамрай, 2003. – 440 с.
6. *Клопотковский А.П.* Определение мощности плодородного слоя почв, снимаемого при земляных работах / *А.П. Клопотковский* // Почвоведение. – 1981. – № 6. – С. 97–105.
7. *Прокопенко В.І.* Технологія і економіка гірничого землекористування / *В.І. Прокопенко, В.І. Фененко, О.О. Кириченко.* – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – 270 с.

8. *Прокопенко В.И.* Технологическое обеспечение засыпки остаточного выработанного пространства карьера при доработке горизонтального месторождения / *В.И. Прокопенко, Т.Н. Мормуль* // *Экология і природокористування* : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ : ІППЕ НАН України, 2014. – Вип. 18. – С. 122–130.
9. *Прокопенко В.І.* Про критерії оцінювання ефективності збереження земельних ресурсів при відкритій розробці родовищ / *В.І. Прокопенко* // *Економічний вісник НГУ*. – 2015. – № 2. – С. 183–189.
10. *Прокопенко В.І.* Облаштування земної поверхні після відкритої розробки горизонтального родовища / *В.І. Прокопенко, А.Ю. Череп* // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2015. – № 4. – С. 101–105.

МОРМУЛЬ Тарас Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної економіки, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), м. Дніпропетровськ.

Наукові інтереси:

– збереження природних та рекультивації відпрацьованих земель шляхом створення раціональних землезберігаючих технологій відкритої розробки горизонтальних родовищ.

Тел.: (0562) 46–90–40.

ЛІТВІНОВ Юрій Ігоревич – асистент кафедри прикладної економіки, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), м. Дніпропетровськ.

Наукові інтереси:

– розробка технологій відкритої розробки горизонтальних родовищ при обмеженому впливі на природне середовище.

Стаття надійшла до редакції 08.10.2015.