

2. Куринной В. П. Исследование ударных волн в пористой среде / В. П. Куринной, И. П. Гаркуша, Л. В. Прохорец // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАНУ. – Днепропетровск, 2013. – Вып. 111. – С. 67-73.

3. Определение коэффициентов в уравнении Тэта для многокомпонентных конденса-

рованных сред / И. П. Гаркуша, В. П. Куринной, В. Н. Мандрикевич, И. И. Усик // Сучасні ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва: збірник статей. – 2012. – Вип. 10 (12). – С. 52-59.

Поступила 23.06.2015



УДК 622.271:622.882

Наука

Прокопенко В. І. /д. т. н./, Череп А. Ю. /к. т. н./  
Державний ВНЗ «Національний гірничий  
університет»

## Облаштування земної поверхні після відкритої розробки горизонтального родовища

*Виконано аналіз об'єктів ландшафтних порушень при відкритій розробці родовищ. Встановлені заходи щодо погашення залишкових гірничих виробок і формування рельєфу земної поверхні на кар'єрах Орджонікідзевського ГЗК. Досліджено принципи підходи доопрацювання кар'єрів урахувавши систему розробки. Іл. 1. Табл. 3. Бібліогр.: 6 найм.*

**Ключові слова:** відкриті гірничі роботи, кар'єр, порушення земель, рекультивация, доопрацювання кар'єру, відвалоутворення, вироблений простір

*There fulfilled analysis of landscape troubles while open mining. Means concerning blackout of residual mine working and surface relief formation at open mines in Ordzhonikidze mining and processing works are established. Principled approaches of mines adaptation considering development system are investigated.*

**Keywords:** open mining, open pit, land disturbances, reclaiming, mine adaptation, refuse disposal, mined-out space

При відкритій розробці родовищ актуальним є облаштування земної поверхні. Землі, порушені відкритими гірничими розробками, стають непридатними для використання по конкретному напрямку, якщо вони не зазнають відповідного відновлення. Наприклад, на Орджонікідзевському гірничо-збагачувальному комбінаті (ОГЗК) площа ландшафтних порушень, зайнята кар'єрами, становить 9,2 %, промисловими майданчиками, дорогами й іншими об'єктами – 7,8 %, внутрішніми – 64 % і зовнішніми відвалами – 10,6 %, хвостосховищами, гідровідвалами, водоймищами – 3,3 % [1]. На кінець 2014 р., у зв'язку із завершенням комплексу робіт з технічної й біологічної рекультивации, комбінат повинен був повернути державі в користування рекультивовані землі площею близько 170 га, у тому числі 100 га – під орні землі, 70 га – лісові угіддя. Також мають місце еколо-

гічні порушення, які призводять до погіршення умов життя людини в межах гірничого відводу й прилягаючих до нього територіях.

Аналіз наукових праць [2-6] свідчить, що задачі облаштування земної поверхні, порушеної відкритими гірничими розробками, практично не розглядалися стосовно умов етапу доопрацювання родовища та погашення кар'єру. Тому метою статті є оцінка сучасних перспектив експлуатації родовища ОГЗК, систематизация технологічних і організаційних заходів по зниженню негативних наслідків видобувного комплексу на території доопрацювання марганцевих кар'єрів, а також аналіз і узагальнення науково-практичної інформації із різних напрямів відновлення земель для їх подальшого використання.

Для відновлення порушеного природного середовища етап доопрацювання кар'єрного поля

й погашення залишкових гірничих виробок серед усіх етапів експлуатації родовища відкритим способом є завершальним, найбільш відповідальним і важливим, оскільки багато порушень відбувалися, накопичувалися та не були усунуті протягом усіх попередніх етапів, а усунути їх тепер необхідно протягом останнього етапу. Усі техногенні порушення за характером їх впливу на природне середовище можуть бути систематизовані за двома видами: 1) ландшафтні (вироблений простір, відвальні площі, земельні ділянки під промисловими об'єктами); 2) екологічні (зміна умов гідрогеології, забруднення прилягаючих територій, повітряного й водного басейнів, сейсмічні порушення). Об'єкти ландшафтних порушень називають залишковими, оскільки вони залишилися по завершенню відпрацювання родовища, мають техногенне походження й перебувають на землях, які без відповідного відтворення не можуть бути повернуті народному господарству по їхньому первісному призначенню.

Як випливає з табл. 1, якщо обсяги видобутку марганцевої руди на Орджонікідзевському ГЗК, які є сьогодні в проектних межах гірничих виробок, найближчим часом не зміняться, то Шевченківський і Олександрівський кар'єри будуть підлягати ліквідації через 4-5 років, Запорізький кар'єр (з урахуванням Богданівської ділянки) – через 10 років. Інші кар'єри забезпечені запасами руди, достатніми для їх функціонування протягом 15-20 років і більше.

Таблиця 1

**Балансові запаси марганцевих руд у технічних межах діючих кар'єрів (по категоріях А – 48,6 %, В – 39,9 %, З1 – 11,5 %), тис. т**

№ п/ч	Найменування кар'єру	Балансові запаси на 01.01.2014 р.	Очікувані балансові запаси на 01.01.2015 р.
1	Шевченківський	3142,1	2212,7
2	Олександрівський	3211,2	2906,6
3	Запорізький	6719,8	6719,8
4	Чкаловський № 1	14067,3	14067,3
5	Північний	15205,5	14864,6
6	Покровський	20407,5	20251,4
7	Чкаловський № 2	22957,5	22315,5
<b>Усього по ГЗК</b>		<b>85710,9</b>	<b>83337,8</b>

Розглянуто й оцінено технологічні схеми гірничих робіт на кар'єрах, деякі з них ще довгий час будуть працювати, а інші – погашатися найближчим часом.

У робочі проекти погашення кар'єрів, як попередній етап їх підготовки до погашення, повинні бути включені й виконані роботи із за-

сипання міжкар'єрного простору Північного кар'єру із Шевченківським і Чкаловським № 2 кар'єрами, а на Чкаловському кар'єрі № 1 – залишкової траншеї основного кар'єрного поля, що дозволить збільшити площу гірничотехнічної рекультиваци. Тут слід постійно проводити захист гірничих виробок (траншей) від підтоплення.

Тривалий час (20-25 років і більш) виробничу потужність Орджонікідзевського ГЗК може підтримувати Покровський кар'єр, на якому видобувається карбонатна руда. Потужність розкривної товщі до 40 м, довжина фронту гірничих робіт по видобувному і розкривних уступах 1700 і 2100 м відповідно. Застосування високопродуктивних драглайнів ЕШ-10(11)/70, ЕШ-20/90 і ЕШ-15/90 забезпечує видобуток понад 1,5 млн т руди на рік. Для його збільшення до 3,0 млн т передбачене розкриття східної ділянки кар'єрного поля. Для Покровського кар'єру, де розкривні породи мають підвищену водонасиченість, що пов'язано із близькістю Каховського водоймища, важливим завданням є своєчасний захист гірничих виробок від підтоплення.

Для збереження продуктивності комбінату необхідне відпрацювання законсервованих запасів Богданівської ділянки Запорізького кар'єру, що потребує розробки відповідних технологічних схем. Для вилучення запасів руди авторами розроблені технологічні схеми поблокового (чотирма блоками) ведення видобувних робіт. Порівняння схем здійснено за обсягом розкривних робіт.

Рекомендовані схеми являють собою ускладнену безтранспортну систему розробки розкривної товщі потужністю 45 і 55 м, а також комбіновану (при потужності товщі до 70 м), яка включає транспортну систему розробки із застосуванням автомобільного транспорту та ускладнену безтранспортну. Принципова технологічна схема для потужності розкриву до 45 м по етапам відпрацювання розкривної заходки наведена на рисунку [6]. Розроблена також комбінована система розробки, при якій 55 м розкривної товщі відпрацьовується за ускладненою безтранспортною системою, а 15 м – за транспортною з використанням екскаватору типу ЕКГ та автосамоскидів. Запропоновані технологічні рішення дозволяють значно зменшити коефіцієнт переєкспації розкривних порід, а також регулювати величину результуючого кута укусу внутрішнього відвалу для забезпечення його стійкості. Доробка й погашення Запорізького кар'єру, яка буде здійснюватися незабаром, сьогодні вимагає вирішення питань по впровадженню ефективного устаткування й технології розкривних робіт на передовому уступі, а та-

кож заходів щодо захисту траншей, що розкривають, від підтоплення. Обґрунтована економічна ефективність застосування рекомендованої технологічної схеми доопрацювання Богданівської ділянки (табл. 2). Порівняно з проектною схемою розробки запропонована схема дозволяє зменшити експлуатаційні витрати при відпрацюванні рудних блоків у кар'єрному полі на півночі та в прилягаючому до неї центрі на 4,06-4,44 млн грн, а блоків на півдні та в прилягаючому до нього центрі – на 72,9 млн грн. Підготовчим етапом на стадії доопрацювання кар'єрного поля є уточнення раніше виконаних інженерно-геологічних і інженерно-гідрогеологічних досліджень, насамперед, на кар'єрах, які підлягають ліквідації в близький час. З цією метою повинен бути розроблений комплекс проектної документації в обсязі діючих нормативів по ліквідації й облаштуванню залишкових гірничих виробок.

Таблиця 2

#### Структура виробничої собівартості видобування марганцевої руди

№ п/ч	Склад витрат	Частка від собівартості, %
1	Фонд оплати праці	29,2
2	Відрахування	10,5
3	Електроенергія	20,4
4	Амортизація	12,4
5	Паливо	9,5
6	Матеріали	9,8

При доопрацюванні кар'єру значні труднощі викликають процеси погашення й засипання його торцевої частини розкривними породами, де залишаються виїзна й розрізна траншеї. Обсяг і можливість засипання, в основному, залежать від системи розробки, яка є при підході гірничих робіт до границь кар'єрного поля. При безтранспортній системі відпрацювання торцевих ділянок утрудняється у зв'язку з тим, що довжина фронту робіт з розкриття перевищує довжину відвального фронту. Це пов'язане зі створенням виїзних траншей або з'їздів для вантажно-транспортного зв'язку видобувного горизонту з поверхнею. Вилучення рудного пласту в торці повністю або частково може бути здійснене додатковим гірничотранспортним устаткуванням за транспортною схемою або драглайном, що переміщують породу за межі кар'єрного поля.

Для відпрацювання торцевої частини при транспортно-відвальній схемі можливе розташування відвальної консолі відвалоутворювача під деяким кутом з нормаллю до фронту робіт. Схема прийнятна при відсипанні відвалу в

один ярус. Відпрацювання торцевої ділянки також можливе шляхом скривлення фронту розкривних і видобувних робіт з тим, щоб наблизити крайню точку тупика до відвалу. Це забезпечує передачу розкривних порід з тупика у відвал при тих же параметрах гірничотранспортного устаткування, які прийняті для прямолінійної ділянки фронту робіт.

Заходи щодо охорони земель на марганцевих кар'єрах, які перебувають на стадії доопрацювання запасів родовища, приведені в табл. 3.

Технологія доробки родовища й засипання виробленого простору передбачає перехід з паралельного посування фронту робіт при доробці попереднього кар'єру до віялового для підготовки наступного кар'єру (ділянки) до розробки при паралельному посуванні, що дозволяє зменшити обсяг і площу виробленого простору й створює сприятливі передумови для його засипання розкривними породами з наступних кар'єрів або їх ділянок.

#### Висновки

1. Етап доопрацювання кар'єрного поля й погашення залишкових гірничих виробок є завершальним і найбільш відповідальним, оскільки багато порушень накопичуються протягом усіх попередніх етапів, а усунути їх треба протягом останнього етапу.

2. Виходячи з запасів рудної сировини, Шевченківському й Олександрівському кар'єрам ОГЗК залишається працювати близько 5 років. На кар'єрах слід проводити заходи щодо підготовки сприятливих умов для погашення залишкових гірничих виробок і формування заданого рельєфу земної поверхні. Внутрішній відвал роторного комплексу доцільно рекультивувати без нанесення шару суглинків і чорнозему. Про сприятливі результати такої рекультивації свідчить виконаний авторами аналіз досвіду облаштування земної поверхні на вітчизняних і зарубіжних кар'єрах.

3. Для вилучення запасів руди на Богданівській ділянці Запорізького кар'єру доцільно впровадити технологічну схему поблокового ведення гірничих робіт. Для потужності розкривної товщі 45 і 55 м рекомендовано ускладнену безтранспортну систему розробки, для товщі потужністю до 70 м – комбіновану систему, яка включає систему розробки із застосуванням автотранспорту та ускладнену безтранспортну. Ці рішення дозволяють значно зменшити коефіцієнт переєкспації розкривних порід, а також забезпечити стійкість внутрішнього відвалу.

4. При доопрацюванні кар'єру значні труднощі викликатимуть процеси погашення й засипання його торцевої частини розкривними

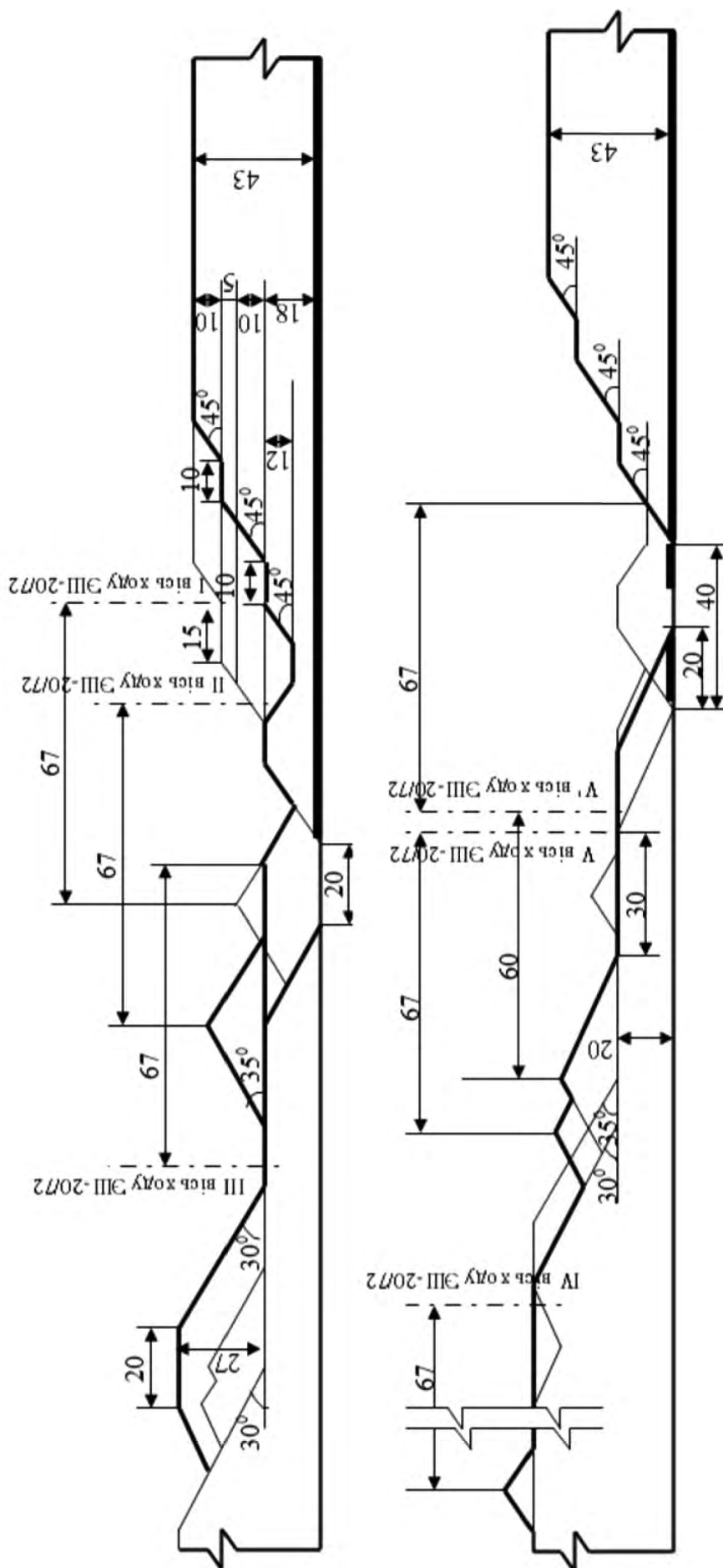


Рисунок. Технологічна схема ускладненої безтранспортної системи розробки розкривної товщі потужністю до 45 м:  
 а – І етап (скидання порід, проведення врубу та формування передвідвалу; б – ІІ етап (розвантаження відвалів та розкриття рудного пласта)

## Заходи щодо відновлення земельних ресурсів на кар'єрах

Площі земель, що порушуються	Об'єкт, що вилучає земельну площу	Елементи відновлюваних земель	Технологічні й організаційні заходи
Земельний відвід	1. Зовнішні відвали від проведення капітальної, в'їзної і розрізної траншей	1.1 Пверхня відвалів 1.2 Укуси відвалів 1.3 Запобіжна смуга по периметру відвалів	1. Оптимізація розмірів зовнішніх відвалів й ділянок родовища, що залишаються 2. Раціональна доробка суміжних кар'єрних полів і послідовність погашення гірничих виробок 3. Відновлення порушених земельних площ
	2. Склади родючих земель і марганцевої руди	2.1 Основа, укуси складів 2.2 Транспортні комунікації	1. Оптимізація параметрів складів, їх переміщення 2. Відновлення порушених земельних площ
	3. Промплощадка, транспортні й інші комунікації	3. Земельні площі, відведені під об'єкти	1. Відновлення порушених земельних площ
	4. Внутрішні відвали експлуатаційного розкриття	4.1 Поверхня внутрішніх відвалів 4.2 Укуси відвалів	1. Оптимізація технологічних параметрів внутрішнього відвалоутворення 2. Відновлення порушених земельних площ 3. Оптимізація параметрів кар'єрних полів
Гірничий відвід	5. В'їзна траншея	5.1 Борти й дно траншеї 5.2 Берми безпеки	1. Способи й системи розкриття кар'єрних полів 2. Оптимізація параметрів траншеї
	6. Залишкові гірничі виробки й комунікації	6.1 Укуси й дно виробок 6.2 Земельні площі, відведені під об'єкти 6.3 Берми безпеки	1. Технологія доробки (погашення) родовища 2. Раціональна послідовність доробки кар'єрних полів, оптимізація параметрів виробок у плані

породами. Досліджено принципові підходи до вирішення названої задачі, урахувавши систему розробки, яка є при підході гірничих робіт до границь кар'єрного поля. Саме в цьому напрямку мають бути продовжені наступні науково-прикладні розробки.

**Бібліографічний список**

1. Прокопенко В. І., Фененко В. І., Кириченко О. О. Технологія і економіка гірничого землекористування. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – 270 с.

2. Гуменик І. Л. Научные основы управления разработкой и потреблением попутных полезных ископаемых на карьерах Украины: Дис. д-ра техн. наук: 05.15.03 – Днепропетровск, 1994. – 288 с.

3. Прокопенко В. І., Барсуков Н. М. Резервы повышения эффективности использования земель на карьерах в мягких породах // Изв. вузов. Горный журнал. – 1991. – № 7. – С. 25-29.

4. Четверик М. С. Перспективы использования земельных ресурсов горнорудных предприятий Кривбасса для производства биотоплива / М. С. Четверик, Е. А. Ворон // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 2012. – № 3. – С. 71-75.

5. Теоретическое обоснование создания устойчивой экосистемы в горнопромышленных регионах при консервации и закрытии карьеров: Отчет о НИР (промежуточный) / НГУ; Руководитель И. Л. Гуменик. – № ГР 0103U001276. – Днепропетровск, 2003. – 88 с.

6. Технологічне забезпечення виробничої потужності марганцевих кар'єрів при змінному попиту на рудну сировину: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.15.03 / А. Ю. Череп; Нац. гірн. ун-т. – Д., 2008. – 19 с. – укр.

**Поступила 23.06.2015**