

**ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ  
РОЗРОБКИ РОЗСИПНИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ**

В роботі проведено вибір раціонального способу розкриття та обґрунтовані раціональні технологічні схеми розкривних та видобувних робіт при освоєнні розсипних родовищ України.

**THE GROUND OF RATIONAL FLOWSHEETS OF DEVELOPMENT  
OF LOOSE DEPOSITS OF UKRAINE**

Is In-process conducted choice of rational method of opening and obgrun-tovani rational flow-sheets of rozkrivnikh and extractive works at mastering of loose deposits of Ukraine.

У теорії й практиці відкритих гірничих робіт одним з важливих і складних завдань є вибір раціонального способу розкриття родовища та технологічних схем розкривних та видобувних робіт. Від успішного вирішення цих завдань залежить економічність розробки родовища. Такі завдання вирішується як на стадії проектування нових, так і при реконструкції діючих кар'єрів. Складність завдань полягає в тому, що як і спосіб розкриття, так і вибір технологічних схем розкривних та видобувних робіт не можна розглядати ізольовано у відриві від системи розробки, умов залягання родовища, схеми транспортування тощо. Тому вибір раціонального способу розкриття та обґрунтування раціональних технологічних схем розкривних та видобувних робіт при освоєнні розсипних родовищ України є актуальним завданням.

Проблемам наукового обґрунтування і удосконалення технології відкритої розробки горизонтальних родовищ у т.ч. і їх розкриттю присвячено багато науково-дослідних робіт. Окремі методичні рекомендації та технологічні рішення можуть бути використані при вирішенні питань розкриття розсипних титано-цирконієвих родовищ України. Практика відкритої розробки розсипних родовищ свідчить про те, що розкриття їх здійснюється найчастіше способами, характерними для розкриття горизонтальних рудних, вугільних і нерудних родовищ. До основних способів розкриття розсипів відносяться: похилими загальними, окремими і груповими траншеями зовнішнього і внутрішнього (рідне) закладання, а також котлованами і канавами. Застосування зазначених способів розкриття характерно для більшої частини родовищ розсипів як в Україні, так і за кордоном [1, 2]. Ці родовища характеризуються невеликою глибиною залягання (від 2-5 м до 15-20 м).

У наш час експлуатуються і освоюються розсипи глибокого залягання. Глибина їх залягання становить 60 м і більше. Такі розсипи займають більшу площу: по ширині – від 30-40 м до 800-1000 м; по довжині – від 0,5 до 50 км. Розкриття зазначених родовищ здійснюється тими ж способами.

Аналіз та узагальнення способів розробки та розкриття розсипних родовищ наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Способи розробки і розкриття розсипних родовищ

Глибина залягання розсипу	Спосіб розробки розсипу	Застосування способу розробки, %	Способи розкриття родовища	Види траншей
Неглибокі (до 15 м)	Дражний	30	котлованами	-
	Гідромеханізаційний	7	канавами, траншеями	- окремі
	Екскаторний Скреперний Бульдозерний Виймально-транспортний (одноківшеві навантажувачі) Комбінований	>40	похилими тимчасовими траншеями зовнішнього закладання	окремі; загальні
Глибокозалягаючі (> 15-20 м)	Дражний	< 20	котлованами	-
	Гідромеханізаційний Екскаторний Виймально-транспортний (скрепери, одноківшеві навантажувачі) Комбінований	> 80	похилими тимчасовими траншеями зовнішнього закладання	групові; загальні

З наведених у табл. 1 даних можна зробити наступні висновки, що спосіб розкриття розсипних родовищ у значній мірі залежить від двох факторів: 1) глибини залягання розсипу; 2) системи і способу її розробки, а також, що для всіх розсипних родовищ, які експлуатуються і, особливо, глибокозалягаючих найбільш широкое застосування знайшов спосіб розкриття похилими траншеями зовнішнього закладання. Цей спосіб розкриття має істотні недоліки: відносно великі об'єми гірничо-капітальних робіт; великі відстані транспортування корисної копалини (від вибоїв до збагачувальної фабрики).

На практиці, при розробці горизонтальних родовищ, у т.ч. і розсипних, при потужності розкриття 50 м і більше, здійснюється поступовий перехід на інший спосіб розкриття – розкриття похилими внутрішніми загальними траншеями (тимчасовими або ковзними напівтраншеями – з'їздами). Такий спосіб розкриття дозволяє в значній мірі усунути вищевказані недоліки розкриття зовнішніми траншеями. На діючих кар'єрах це досягається шляхом засипання зовнішньої капітальної траншеї, а також засипання горизонтальної виїзної траншеї. Така схема розкриття в цей час застосовується при розробці розсипного титаноцирконієвого родовища на кар'єрах №7 «Південь» і «Північ» Вільногірського ГМК.

У теорії відкритих гірничих робіт наукове обґрунтування ефективності застосування способу розкриття похилими внутрішніми траншеями (з'їздами) відображено в роботі [3], на прикладі умов роботи марганцеворудних кар'єрів. Перевагу рекомендованого способу розкриття автори бачать у значному скоро-

ченні внутрішньокар'єрної відстані транспортування руди від вибою до перевантажувального пункту на поверхні кар'єру. Варто підкреслити, що зазначена перевага досягається саме при використанні комбінованого автомобільно-залізничного транспорту. При цьому найбільше скорочення внутрішньокар'єрної відстані транспортування корисної копалини досягається за умови, коли напрямок розвитку фронту гірничих робіт у кар'єрі збігається з напрямком вантажопотоку руди на збагачувальну фабрику.

Найбільш важливою перевагою способу розкриття родовища внутрішніми траншеями (з'їздами), є значне скорочення залишкового виробленого простору (за умови засипання капітальних і горизонтальних виїздних траншей, що підвищує ступінь екологічності технології гірничих робіт).

Існуючі й потенційно можливі до застосування системи розробки розсипних родовищ характеризуються певними розмірами робочої зони кар'єру, які визначають основні технологічні параметри системи розробки: довжину фронту розкривних, видобувних і відвальних робіт; середню відстань транспортування розкривних порід у внутрішній відвал та ін. Проводити порівняльну оцінку технологічних схем по всіх зазначених параметрах важко. Для технологічної оцінки системи розробки пропонується використовувати показник концентрації гірничих робіт у кар'єрі  $K_L$ , що представляє собою співвідношення площ робочої зони кар'єру: мінімально припустимої  $S_{don}$  за умовою стійкості масиву порід бортів кар'єру і фактично досягнутої  $S_f$  по технологічним умовам і параметрам системи розробки родовища [4].

Рекомендовані технологічні схеми розробки з урахуванням показника концентрації гірничих робіт в робочій зоні кар'єру для умов розсипних родовищ України, що розробляються наведені в табл. 2.

Для найбільшого в країні розсипного титано-цирконієвого Малишевського родовища, найбільш раціональним та економічно ефективним є перехід від транспортної системи розробки до комбінованої, яка забезпечує найбільший показник концентрації гірничих робіт в робочій зоні кар'єру. Для технологічних схем з селективним видобутком рудних пісків показник концентрації  $K_L$  складає 66,5 %, а при валовій – 75 % (див. табл. 2). Для видобувних робіт рекомендується застосування одноківшевих колісних навантажувачів, які забезпечують селективних видобуток руди.

Мотронівсько-Аннівська ділянка розсипу Малишевського родовища відмічається складними гідро-геологічними умовами, оскільки основний водоносний горизонт приурочений до рудного покладу. Відмічене потребує відповідного осушення родовища та обґрунтування технологічних схем розробки розкривних та видобувних робіт.

Таблиця 2 – Рекомендовані технологічні схеми розробки родовищ України з урахуванням показника концентрації гірничих робіт

№ п/п	Найменування родовища (кар'єру)	Тип корисної копалини, середній вміст кг/м <sup>3</sup>	Параметри родовища			Планова виробнича потужність кар'єру, млн. м <sup>3</sup> /рік	Продуктивність кар'єру по розкривним породам, млн. м <sup>3</sup> /рік	Технологічні схеми розробки родовища		Розрахунковий показник концентрації гірничих робіт в кар'єрі,	
			потужність розкривних робіт, м	ширина покладу, м	корисної копалини, м			Розкривні породи	Корисна копалина	фактичний	найбільш раціональний
1	Малишевське (ВГМК) кар'єр "Південь"	рутил-10-13 ільменіт-35-45 циркон - 50-70	47,8	13,8	1500	2,28	11,14	Транспортна система розробки(ТСР) Комбінована система розробки(КСР)	$\frac{ЕШ+ПП+ЕКГ+автос.}{одноківшевий навантажувач(ОП)}$	60,5	$\frac{66,5}{75,0}$
	33,4		14,6	2000	3,22	11,16					
	52,2		10,2	800	5,00	25,30					
2	Мотронівсько-Аннівська ділянка	ільменіт>100 рутил - 30 циркон - 9	20,0	7,4	700	1,30	3,50	КСР (БСР + ТСР) ПБСР	$\frac{ЕКГ+автосам.}{ОП}$	45,0	$\frac{93,0}{52,0}$
3	Вовчанське (Демурицький ГЗК)	ільменіт – 60-150	8,0	8,0	700	1,20	1,35	Ускладнена БСР (А=100-120м)	ЕШ+Перезр.бункер+стрічк.конвєср	42,0	58,0
4	Львівське (ГЗК)	ільменіт – 60-150	8,0	7,0	450	1,10	1,43	Проста БСР(ПБСР) (ек-р-кар'єр)		ЕШ+ПП+автсам..	60,0
5	Іршинське №5,№6 (ГЗК)	ільменіт – 60-150	10,0/6,0	7,3/9	600/800	0,85/0,6	1,0/0,5	Ускладнена БСР(А=100-120м)	ЕКГ+автсам.	40,0-50,0	60,0
6	Межирічне №7,№8 (ГЗК)	ільменіт – 60-150	8,5/10,0	7,4/7,5	820/630	1,0/0,93	0,83/0,76				
7	Гадківське (ГЗК)	ільменіт – 60-150	10,0	10,6	800	1,4	1,62				
8	бурштин – 60 г/м3 Клесівське (Бурштинські копальні)	бурштин – 60 г/м3 Клесівське (Бурштинські копальні)	3,9	3,5	110	0,164	0,214	Ускладнена БСР(А=60м) 0,214	ЕШ+Пересувна збагачувальна установка	23,0	50,0
9	Вільне (Бурштинські копальні)	бурштин – 17 г/м3	3,3	3,3	0,060 90 3,2	0,055	0,055	ТСР(АТЕК-761+авт.)	ЕШ+ Пересувна збагачувальна установка	47,5	79,5

\* - чисельник – діюча технологічна схема, знаменник – рекомендована, \*\* - чисельник – валовий видобуток, знаменник – селективний видобуток; \*\*\* - рекомендована ДПП «Кривбаспроект»

Проектним інститутом «Кривбаспроект» виконано техніко-економічне обґрунтування кондицій розробки Мотронівсько-Аннівської ділянки розсипу, де розглядається застосування двох варіантів системи розробки: транспортної системи розробки (ТСР) з використанням комплексів ЕКГ+автосамосвали на розкривних роботах та комбінованої системи розробки (КСР) з використанням роторних комплексів та стрічкових конвеєрів.

Хоча перевага віддана ТСР, кінцевий вибір буде проведено після відробки дослідно-промислової ділянки, коли будуть (після осушення) уточнені стійкі кути укосів та бортів кар'єру.

Для розробки Мотронівсько-Аннівської ділянки розсипу нами рекомендується комбінована система розробки КСР, яка забезпечує більший показник концентрації гірничих робіт в робочій зоні кар'єру. При валовому видобутку  $K_T$  складає 75 %, а при селективному – 66,5 %. Для видобувних робіт, в випадку неефективного осушення родовища, через низьку водовіддачу рудних пісків та можливого переходу їх в пливунний стан, нами рекомендується схема видобувних робіт з застосуванням крокуючих екскаваторів драглайнів з нижнім черпанням корисної копалини, перегрузочних пунктів та одноколесних навантажувачів (ЕШ+ПП+ОП).

Для підвищення ефективності розробки Вовчанського родовища рекомендується, при розробці розкриву, перейти від застосування комбінованої системи розробки з застосуванням безтранспортної та комбінованої систем розробки (БСР + ТСР) до простої безтранспортної системи розробки (ПБСР) з застосуванням крокуючого екскаватора ЕШ -11/75. На видобувних роботах рекомендована технологічна схема з застосуванням одноківшевих навантажувачів (ОП). Для таких технологічних схем при валовому видобутку величина  $K_T$  може досягати 93,3 %, що значно може підвищити економічну ефективність розробки даного родовища.

Для діючих кар'єрів Іршанського ГЗК виконано вибір та обґрунтування раціональних схем розробки по показнику концентрації гірничих робіт в робочій зоні кар'єру. Підвищення показника  $K_T$  для даних умов можна за рахунок відмови від широких заходок ( $A=100 - 120$  м), що визвано розміщенням відходів збагачувальної фабрики у внутрішніх відвалах.

Для Клесівського родовища бурштину рекомендується схема ускладненої безтранспортної схеми розробки родовища, при якій можна досягти значення показника концентрації гірничих робіт  $K_T$  до 50 %. Для родовища бурштину Вільне рекомендована транспортна система розробки.

Рекомендовані технологічні схеми розробки з урахуванням показника концентрації гірничих робіт в робочій зоні кар'єру для умов перспективних розсипних родовищ України наведені в табл. 3. Для всіх родовищ найбільш ефективно застосування безтранспортних систем розробки з застосуванням нових моделей крокуючих екскаваторів ЕШ, при цьому забезпечується високий показник  $K_T = 60 - 70$  %.

Таблиця 3 – Рекомендовані технологічні схеми розробки перспективних розсіпних родовищ України з урахуванням показника концентрації гірничих робіт

Найменування родовища (кар'єру)	Тип корисної копалини	Параметри родовища			Планова виробнича потужність кар'єру, млн. м <sup>3</sup> /рік	Необхідне річне поглинання фронту гірничих робіт, м	Необхідна продуктивність кар'єру по розкривним породам, млн. м <sup>3</sup> /рік	Рекомендовані технологічні схеми розробки родовища		Розрахунковий показник концентрації гірничих робіт в робочій зоні кар'єру, %
		Потужність розкривних порід		корисна копалина						
		розкривних порід	ширина покладу, м							
Тарасівське (Київська обл.)	циркон рутил ільменіт	27,0	7,0	2000	3,0	428	11,9	Проста БСР (ПБСР) (ЕШ-40/130)	ОП*	56,0
Краснокутське (Харківська обл.)	циркон рутил ільменіт	3,0	7,0	2500	4,0	570	1,8	ПБСР (ЕШ-6/45)	ОП	65,0
Воскресенське (Дніпропетровська обл.)	циркон рутил ільменіт	41,0	6,2	2000	2,5	200	16,6	Ускладнена БСР (ЕШ-40/130)	ОП	64,3
Зеленогорське (Київська обл.)	польовий шпат циркон рутил ільменіт ставроліт	34,1	3,8	1000	2,0	526	17,9	ПБСР (ЕШ-40/130)	ОП	66,6
Мокрі Яли (Донецька обл.)	циркон ільменіт	15,0	6,0	3000	2,5	278	6,4	ПБСР (ЕШ-20/90)	ОП	58,2
Злобичське (Житомирська обл.)	ільменіт	8,3	8,6	–	3,0	232	2,9	ПБСР (ЕШ-10/60)	ЕКГ+авт.	60,0
Джарилгачське (Кримська АР)	ільменіт циркон	7,0	4,0	1000	2,5	625	4,4	ПБСР (ЕШ-6/45)	ОП	60,0
Яблунівське (Закарпатська обл.)		10,0	1,2	3000	2,0	555	16,7	ПБСР (2 ЕШ-25/90) 2 блоки	ОП	60,0
Заморське (Кримська АР)	золото	12,0	2,0	2000		500	12,0	ПБСР (екс-р –кар'єр)	ЕШ-20/90	66,0
Темешське (Кримська АР)		6,0	4,0	2500	≈ 2,0	200	3,0	ПБСР (екс-р –кар'єр) ЕШ-10/60	ЕКГ+авт.	57,0
Акташське (Кримська АР)		8,0	10,0	800		312	2,0	ПБСР (екс-р –кар'єр) ПБСР (ЕШ-6/45)	ЕКГ+авт.	70,3

\* Селективний видобуток корисної копалини; ОП – однокішвевий навантажувач

### Висновки:

- обґрунтовано та проведено вибір раціонального способу розкриття розсипних родовищ, а саме застосування способу розкриття похилими внутрішніми загальними траншеями (тимчасовими або ковзними напівтраншеями – з'їздами), що підвищує ступінь екологічності технології гірничих робіт;

- обґрунтовані раціональні технологічні схеми розкривних та видобувних робіт при освоєнні розсипних родовищ України з урахуванням показника концентрації гірничих робіт.

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Варийчук М.И. Оптимизация параметров открытой разработки россыпей / М.И. Варийчук, В.И. Натонинский.- М.: Недра, 1985.- 197с.
2. Арсентьев А.И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей / Арсентьев А.И.- М.: Недра, 1981.- 278 с.
3. Новожилов М.Г. Повышение эффективности усложненной бестранспортной системы разработки при замене выездных траншей временными съездами /М.Г. Новожилов, В.С. Эскин, Я.Ш. Ройзен //Сб. статей ИГТМ АН УССР .-М: Недра.- 1969.- Вып. 2.- С. 132-140.
4. Собко Б.Е. Выбор и обоснование показателей оценки технологических схем разработки россыпных месторождений /Б.Е. Собко //Сборник научных трудов НГУ.- 2007.-№27.- С.42-47.