

Б. Ю. Собко /д. т. н./, О. М. Лазніков
ДВУЗ «Національний гірничий Університет»

Розробка технологічних схем виконання гірничих робіт в умовах обводненого Мотронівсько-Аннівського розсипу титано-цирконієвих руд

Наведено раціональні технологічні схеми виконання гірничих робіт при розробці обводнених розсипних родовищ з великою потужністю розкритих порід. Наведено основні характерні особливості обводнених розсипних родовищ та відповідні наукові принципи вибору ефективних технологічних схем. (Іл. 1. Табл. 3. Бібліогр.: 1 назв.)

Ключові слова: кар'єр, розсипні родовища, розкривні та видобувні роботи, технологічні схеми розробки.

Rational technological schemes of mining operations when developing of the watered placer accumulations with great power of the disclosed rocks are provided. The main characteristics of watered placer accumulations and corresponding scientific principles of the choice of effective technological schemes are given.

Key words: pit, alluvial deposits, overburden rocks and ore mining, mining process chart.

Розсипні родовища титано-цирконієвих руд відрізняються великим різноманіттям гірничо-геологічних та гідрогеологічних умов залягання. Більшість розсипних родовищ, що розробляється чи підлягає розробці частково або повністю обводнені. У товщі розкривних порід майже завжди є водоносні горизонти, що залягають у верхній її частині (верховодка), а також у безпосередній близькості до покрівлі або у ґрунті рудного пласта. Обводнені родовища можуть розроблятися відкритим способом без осушення, з частковим або повним осушенням. Найбільш складними є гідрологічні умови, коли водоносний горизонт залягає вище рудного пласта безпосередньо на його покрівлі. При цьому, якщо породи, що складають водоносний горизонт (суглинки, глини), мають низьку водовіддачу, то пласт корисної копалини і, відповідно, нижня частина робочої зони кар'єру не може бути осушена. У цьому випадку розробка рудного пласта може бути здійснена за допомогою спеціальних засобів гідромеханізації.

Спосіб осушення родовища за допомогою водозниження при низькій водовіддачі порід з водоносного горизонту є малоефективним. Досягнення повного осушення кар'єрного поля за великої потужності розкриття і наявності кількох водоносних горизонтів потребує значних капітальних і експлуатаційних витрат, окрім того, це не завжди може бути досягнуто через низьку водовіддачу порід.

У загальному випадку відкрита розробка розсипних родовищ з великою потужністю розкриття може проводитися за різними технологічними

схемами, відповідними системами відкритої розробки: безтранспортною, транспортною і комбінованою. Вибір раціональних технологічних схем розробки родовища повинен проводитися з урахуванням гірничо-геологічних, екологічних, технологічних, економічних і соціальних факторів.

Відкрита розробка обводнених розсипних родовищ при частковому їх осушенні або без нього має характерні особливості. Основні з них:

- низька несуча здатність гірських порід, що складають масиви робочих і неробочих бортів (уступів) у робочій зоні кар'єру;

- складність у формуванні відвалів порід розкриття у виробленому просторі кар'єру, в безпосередній близькості від фронту видобувних робіт;

- схильність масивів гірських порід до зсувних явищ;

- наявність водоносних горизонтів з низькою водовіддачею гірських порід;

- відносно великі параметри робочої зони кар'єру через невеликі кути укосів робочих і неробочих бортів (уступів);

- у технологічних схемах, що застосовуються для розробки рудних пісків як виймально-навантажувальне обладнання широко використовуються крокуючі екскаватори-драглайни, роторні комплекси, прямі мехлопати гідравлічні екскаватори і різні види транспорту: автомобільний, конвеєрний і гідравлічний.

Виходячи з вищенаведених особливостей рекомендується ряд технологічних схем розкривних (табл. 1) і видобувних (табл. 2) робіт для

Таблиця 1

Технологічні схеми розкривних робіт

Порядковий номер технологічної схеми	Індекс технологічної схеми	Розкривна зона кар'єру			Відвальна зона кар'єру							
		Передові уступи		Головний (надрудний) уступ	Верхні відвальні уступи		Нижній відвальний уступ					
		Виймально-навантажувальне обладнання	Транспорт	Виймально-навантажувальне обладнання	Транспорт	Спосіб відвалоутворення	Відвальне обладнання					
1	ТСРР 1	Екскаватори-драглайни (ЕШ)	Автомобільний	Екскаватори-драглайни	Автомобільний	Бульдозерний	Бульдозерний	Спосіб відвалоутворення	Відвальне обладнання	Бульдозерний	Спосіб відвалоутворення	Відвальне обладнання
2	ТСРР 2	Гідравлічні екскаватори (ЕІ)	Автомобільний	Екскаватори-драглайни гідромонітори (земснаряди)	Автомобільний гідравлічний	-	-	-	-	-	-	-
3	ТСРР 3	Роторні екскаватори (ЕР)	Конвеєрний	Екскаватори-драглайни гідромонітори (земснаряди)	Автомобільний гідравлічний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Бульдозерний
4	ТСРР 4	Екскаватори-драглайни + бункери перевантажувачі	Конвеєрний	Екскаватори-драглайни + бункери перевантажувачі	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Конвеєрний	Консольний відвалоутворювач
5	ТСРР 5	Екскаватори-драглайни	Автомобільний	Гідромонітор	Гідравлічний	Гідравлічний	Гідравлічний	Гідравлічний	Гідравлічний	Гідравлічний	Гідравлічний	Пульповід
6	ТСРР 6	Екскаватори-драглайни	Автомобільний	Земснаряд	Гідравлічний	Земснаряд	Земснаряд	Земснаряд	Земснаряд	Земснаряд	Земснаряд	Земснаряд

Таблиця 2

Технологічні схеми видобувних робіт

Порядковий номер технологічної схеми	Індекс технологічної схеми	Комплекси гірничотранспортного обладнання		Примітка
		Виймально-навантажувальне	Транспортне	
1	ТСВР 1	Екскаватор-драглайн (ЕШ)	Автосамоскиди	Екскаватор зі спеціальною конструкцією ковша
2	ТСВР 2	Екскаватор-драглайн (ЕШ)	Автосамоскиди (стрічкові конвеєри)	На робочій площаді ЕШ є перевантажувальний пункт (ПП)
3	ТСВР 3	Екскаватор-драглайн (ЕШ)	Гідравлічне (пульповід)	На ПП знаходяться гідромонітори, землесосна установка
4	ТСВР 4	Земснаряд	Гідравлічне (пульповід)	Можливе відпрацювання надрудного уступу с відсіпкою розкриву в нижній ярус відвалу
5	ТСВР 5	Драга	Гідравлічне (пульповід)	Відходи збагачення розміщуються в нижньому ярусі відвалу

умов розглянутих родовищ. Конструювання схем, що наведені у таблицях, виконані з урахуванням того, що робоча зона кар'єру включає три складові її частини: розкривну, видобувну та відвальну, які між собою технологічно взаємопов'язані. При цьому в розкривній та відвальній зонах окремо виділені нижні уступи, відповідно, надрудний і нижній відвальний, розробка яких може здійснюватися за іншою технологією, що відрізняється від розробки верхніх передових уступів.

Як видно з даних, що наведені в табл. 1 всі шість технологічних схем розкривних робіт передбачають застосування транспортної системи розробки (ТСР) всієї товщі розкриву з використанням виймально-навантажувального обладнання з невеликим питомим тиском на масив гірських порід.

На надрудному розкривному уступі при частковому обводненні масиву можуть застосовуватися як автомобільний, так і конвеєрний види транспорту. При повному обводненні видобувної зони кар'єру, тобто неможливості її осушення, ефективним є використання на надрудному уступі засобів гідромеханізації. Від виду комплексів гірничо-транспортного устаткування, що застосовується для розробки розкривної частини робочої зони кар'єру залежить спосіб і технологічні схеми, які застосовуються при відвальних роботах (табл. 1) і, відповідно, параметри внутрішнього відвалу, основним з яких є результуючий кут його укосу.

Технологічні схеми видобувних робіт в умовах відкритої розробки розсипних родовищ відрізняються типом комплексів видобувного виймально-навантажувального і транспортно-устаткування. У табл. 2 наведено схеми, найбільш прийнятні для умов обводнених розсипних родовищ, коли обводнена частина робочої зони кар'єру. Схема 1 передбачає застосування екскаваторів-драглайнів, що працюють у комплексі з автосамоскидами. Робота видобувного обладнання за цією схемою можлива в частково обводненому видобувному уступі, коли є підводна і надводна частини уступу. Основною перевагою схеми 1 є досягнення максимальної концентрації гірничих робіт у видобувній зоні кар'єру, оскільки екскаватори-драглайни, що застосовуються, можуть працювати при невеликій ширині заходки (20–30 м) і невеликій відстані між відвальним і видобувним уступом (5–10 м).

Основними недоліками розглянутої технологічної схеми є:

1) невеликий коефіцієнт наповнення ковша – 0,5 при відпрацюванні драглайном підводної частини уступу;

2) істотне збільшення втрат корисної копалини при існуючій конструкції ковша.

Усунення зазначених недоліків можливе при зміні конструкції ковша драглайна. Так у праці [1] рекомендується при розробці обводнених родовищ використовувати перфоровані ковші, які дозволять знизити вологість піщаної маси в ковші та істотно збільшити коефіцієнт наповнення ковша (до 0,8). Встановлено, що найбільш доцільно застосовувати ковші з отворами (перфорацією) круглої форми діаметром 25–35 мм при ступені перфорації не більше 7 %. Наявність отворів сприяє відділенню води і глинистих часток. Втрати піску дуже малі і при діаметрі отворів 35 мм становлять 0,1 %. На рис. 1 наведено перфорований ківш з п'ятьма стінками.

Збільшити глибину розробки і досягти високого коефіцієнта наповнення ковша можна, коли він буде мати 5 стінок, включаючи верхню. Висота і переріз ковша зменшуються в напрямку до задньої стінки.

Вибір раціональних технологічних схем і, відповідно, основного гірничотранспортного обладнання слід проводити з урахуванням вищезазначених особливостей розробки обводнених родовищ.

Вибір відомих або розробка нових технологічних схем виконання гірничих робіт в умовах розглянутих родовищ слід проводити, виходячи з відповідних принципів:

– відповідність питомого тиску вантажно-транспортного устаткування, що застосовується, на масив гірських порід уступів їх несучої здатності;

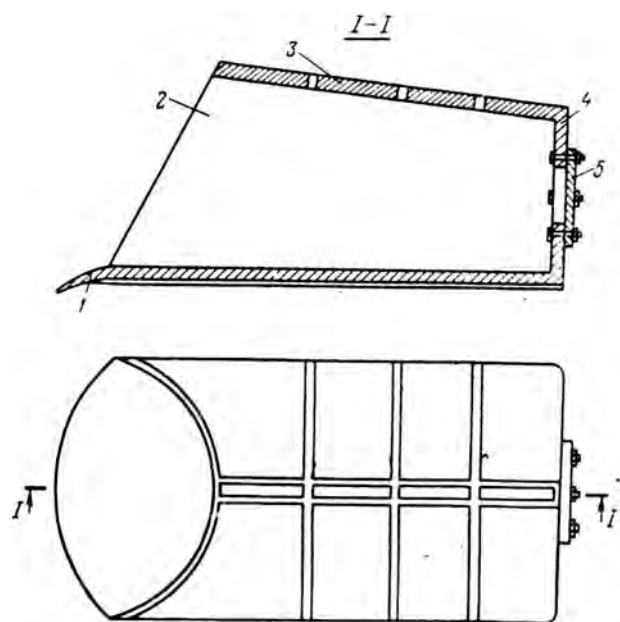


Рис. 1. Перфорований ківш з п'ятьма стінками:

1 – нижня стінка з ріжучою кромкою,
2, 3, 4 – бокова, верхня та задня стінки відповідно,
5 – отвір для чищення ковша

– максимально можливе застосування засобів потокової технології: роторних комплексів на передових розкривних уступах і засоби гідромеханізації на видобувних і надрудному розкривному уступі;

– рівномірність посування фронтів гірничих робіт на розкривних, видобувних і відвальних уступах при встановленій величині випередження нижнього видобувного від відвального уступу;

– відповідність параметрів розробки і параметрів гірничо-транспортного устаткування на рудному і надрудному (розкривному) уступах, що забезпечують їх рівномірне посування, стійкість масивів гірських порід і мінімальні втрати руди.

Друга технологічна схема видобувних робіт відрізняється від першої тим, що драглайн розвантажує корисну копалину безпосередньо на робочу площадку в штабель. При цьому рудний пісок зневоднюється до набуття ним відповідної вологості, що дозволяє вести відвантаження піску на збагачувальну фабрику. Зі штабеля, що є перевантажувальним пунктом, корисна копалина відвантажується в автосамоскиди або на стрічковий конвеєр драглайнами, мехлопатами, одноківшевими навантажувачами, або роторним екскаватором відповідної продуктивності. Доставка корисної копалини від перевантажувального пункту до збагачувальної фабрики може здійснюватися засобами гідромеханізації з використанням комплексу обладнання: гідромонітор – землесосна установка – пульповоди.

Загальним недоліком схем 2–3 є наявність перевантажувального пункту на робочому майданчику, що призводить до збільшення її ширини – 100–120 м, що, у свою чергу збільшує параметри робочої зони кар'єру і, відповідно, внутрішньокар'єрну відстань транспортування гірської маси.

При розробці обводнених розсипних родовищ, коли видобувна зона кар'єру не може бути осушена, слід застосовувати технологічні схеми 4 і 5 з використанням засобів гідромеханізації: відповідно, земснарядів або драг, що дозволяє істотно зменшити експлуатаційні витрати при процесах виймання і транспортування корисної копалини.

З теорії і практики відкритих гірничих робіт відомо, що вартість вилучення й транспортування 1 м³ гірської маси за допомогою засобів гідромеханізації в 2 рази менша, ніж при комплексах циклічного дії (ЕКГ, ЕШ, в комплексі з автосамоскидами), або в 1,5 разу менше порівняно із застосуванням роторних комплексів.

Слід зазначити, що розглянуті технологічні схеми розкривних, видобувних і відвальних робіт можуть мати окремі різновиди, які зумов-

лені відповідними факторами: кількістю, типом і місцем установки на уступі виймально-навантажувального обладнання; способами виймання і навантаження, схемою транспортування гірської маси, наявністю додаткового обладнання та ін.

Тому для окремо розглянутого родовища необхідно враховувати всі фактори, що впливають на його розробку, і особливо важливе врахування гідрогеологічних особливостей.

Виходячи з вищевикладеного, для конкретних гірничо-геологічних умов Мотронівсько-Аннівського розсипу розроблено технологічні схеми виконання розкривних і видобувних робіт, які, на думку авторів, є найбільш раціональними і можуть бути прийняті для порівняльної оцінки їх економічної ефективності.

Таким чином, для розробки розсипних родовищ можливе застосування 12 варіантів технологічних схем виконання гірничих робіт (розкривних і видобувних), які наведені в табл. 3. З наведених даних, що характеризують кожен з варіантів, видно, що вони відрізняються видом комплексів застосовуваного розкривного і видобувного обладнання, кількістю і висотою уступів, які розробляються, тобто числом робочих горизонтів кар'єру.

Як уже зазначалося вище, при конструюванні технологічних схем виконання гірничих робіт у розкривній зоні кар'єру окремо виділено надрудний розкривний уступ. Відомо, що цей уступ є основним або обмежуючим робочим горизонтом у кар'єрі, які розробляють горизонтальні і пологі родовища, оскільки від величини річного посування фронту гірничих робіт на цьому уступі залежить виробнича потужність підприємства.

Для кожного з варіантів прийнятих до розгляду, надрудний розкривний уступ або його частина (табл. 3, варіанти 3, 4, 7, 8, 11, 12) може відпрацьовуватися за іншою технологією, що відрізняється від тієї, яка застосовується на передових розкривних уступах, що є раціональним для частково або повністю обводненої видобувної зони. Такий підхід до формування технологічної схеми відпрацювання надрудного уступу доцільний і для умов Мотронівського кар'єру, коли видобувна зона не може бути осушена через наявність водоносного горизонту безпосередньо над рудним пластом і низьку його водовіддачу.

Проведені дослідження дозволили зробити вибір раціональних технологічних схем виконання гірничих робіт в умовах обводнених розсипних родовищах, а також удосконалити деякі з них стосовно складних гідрогеологічних умов Мотронівського розсипу титано-цирконієвих руд.

Варіанти технологічних схем гірничих робіт для умов
Мотронівського розсипу титано-цирконієвих руд

№ варіанта техноло- гічної схеми	Індекс схеми	Розкривна зона кар'єру				Видобувна зона кар'єру	
		Передові уступи		Надрудний уступ		Індекс схеми	Комплекс обладнання
		Комплекс обладнання	Кількість уступів/висота	Комплекс обладнання	Висота уступу, м		
1	ТСРР 1	ЕШ + автосамоскиди	3/13(14)*	ЕШ+авт/ди	13	ТСВР ₁	ЕШ+авт/ди
2			3/13(14)	ЕШ+авт/ди	13	ТСВР ₃	ЗД+гідр/тр-т
3			4/12	ЗД+гідр/тр-т	5	ТСВР ₄	ЗД+гідр/тр-т
4			3/12(13)	ЗД+ГМН+гідр/тр-т	16	ТСВР _{4,а}	ЗД+гідр/тр-т
5	ТСРР 2	ЕГ + автосамоскиди	4/10	ЕШ+авт/ди	13	ТСВР ₁	ЕШ+авт/ди
6			4/10		13	ТСВР ₃	ЗД+гідр/тр-т
7			5/10(8)*	ЗД+гідр/тр-т	5	ТСВР ₄	
8			4/10(7)**	ЗД+ГМН+гідр/тр-т	16	ТСВР _{4,а}	
9	ТСРР 3	ЕР + стрічковий конвеєр	2/20	ЭШ+авт/ди	13	ТСВР ₁	ЕШ+авт/ди
10			2/20		13	ТСВР ₃	ЗД+гідр/тр-т
11			2/24	ЗД+гідр/тр-т	5	ТСВР ₄	
12			2/20(17)**	ЗД+ГМН+гідр/тр-т	16	ТСВР _{4,а}	

*У чисельнику вказана загальна кількість уступів, у знаменнику – висота уступів; у дужках – висота верхнього передового уступу.

**В дужках вказана висота нижнього розкривного уступу.

Бібліографічний список

1. Малышева Н. А. Технология разработки месторождений нерудных строительных мате-

риалов / Н. А. Малышева, В. Н. Сиренко. – М.: Недра, 1977. – 392 с.

Поступила 17.02.2016



УДК 622.271.452

Производство

С. К. Молдабаев /д. т. н./, Е. Абен

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева

А. Ю. Дриженко /д. т. н./

ГВУЗ «Национальный горный университет»

Б. Рысбайулы /д. ф-м. н./

Международный университет информационных технологий, Республика Казахстан, Алматы

Интенсификация строительства Ломоносовского карьера при новом порядке формирования рабочей зоны на крутых бортах

Изложена интенсификация строительства рудных карьеров при большой мощности наносов во взаимосвязи с формированием конструкции его бортов на период полного развития горных работ. Исследования выполнены на каркасной модели Ломоносовского месторождения железных руд. Особенностью его является наличие двух близко расположенных рудных тел при крутом падении, залегающих под мощной толщей наносов.

Предложены решения по формированию рабочей зоны относительно крутых бортов на постоянной основе на весь срок эксплуатации карьеров овальной формы. Рассмотрено перемещение рабочей зоны по периметру бортов карьера, которое позволяет иметь на большей части этапов обработки месторож-