

## ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РУДОНОСНОСТИ НА ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ РУДЫ

© 2003 г. А. Г. Оганесян

Государственный инженерный университет Армении  
375009, Ереван, ул. Теряна, 105, Республика Армения  
E-mail: minsect@seua.am  
Поступила в редакцию 03.09.2003 г.

В статье рассматривается выбор оптимальной системы подземной разработки для случая, когда распределение полезного компонента в рудном теле очень неравномерное. В таких условиях технико-экономическому сравнению необходимо подвергнуть технологии подземной добычи, позволяющие и не позволяющие произвести селективную выемку руды. Обосновано, что на выбор систем подземной разработки большое влияние оказывают коэффициент рудоносности, мощность рудного тела и содержание полезного компонента. Показано, что включение в состав параметров кондиций «допустимого коэффициента рудоносности» неправомерно.

Известно, что на многих золоторудных месторождениях жильного типа распределение золота по простиранию рудного тела крайне неравномерное: выделяются обогащенные участки, менее богатые и безрудные. Очень неравномерное распределение оруденения приводит к расчленению рудного тела по простиранию на ряд отдельных блоков, разделенных друг от друга участками с убогим оруденением (некондиционных по качеству полезных ископаемых) или безрудных (пустых пород) интервалов. Размеры этих участков зависят от степени их выдержанности в пространстве. Такие месторождения и их участки, согласно [5], по степени изменчивости содержания золота относятся к 3-ей и 4-ой группам, где коэффициент вариации полезного компонента составляет 100-160% и свыше 160%, соответственно.

При подземном способе разработки, когда участки некондиционных руд (или пустых пород) имеют большие размеры и увязываются между смежными разведочными горизонтами, то они, как правило, во время подсчета запасов оконтуриваются по данным геологоразведочных работ для оставления их в виде целиков. Что касается случаев, когда кондиционные и некондиционные интервалы по простиранию рудного тела часто перемежаются и отсутствует четко выраженная закономерность в их пространственном размещении, то определяются общие контуры промышленного оруденения и статистическое распределение в нем полезного ископаемого и пустых пород, т.е. подсчет запасов производится с использованием коэффициента рудоносности ( $K_{ру}$ ). Последний, кроме функции количественной оценки запасов, позволяет установить степень прерывистости оруденения, охарактеризовать сложность формы жильных зон, учесть основные направления изменчивости, помогает определить оптимальную плотность разведочной сети, категорию запасов, количественное соотношение сортов руд, в значительной мере определяет систему разработки и в результате влияет на рентабельность освоения месторождения.

В таких условиях задача выбора оптимальной системы подземной разработки становится более сложной, так как необходимо произвести срав-

нение систем, позволяющих и не позволяющих производить селективную выемку руды [1].

В контексте вышеизложенного рассмотрим системы разработки с отбойкой руды из восстающих (I) и с нисходящей слоевой выемкой с закладкой подрываемыми вмещающими породами (II), которые по техническим возможностям применимы для отработки тонких (0,6-2,0 м) крутопадающих рудных тел, представленных неустойчивыми рудами и вмещающими породами.

Сущность I системы разработки заключается в следующем [2 и 3]. Этаж подготавливается левыми откаточным, вентиляционным штреками, пройденными на контакте лежачего бока рудного тела и рудными восстающими, проведенными на полную высоту этажа и расположенными друг от друга на расстоянии около 5,0 м, тем самым разделяя блок на отдельные короткие секции. Для бурения руды в коротких секциях в крепи оставляют окна. Восстающие имеют два отделения – рудосвалочное и ходовое. Днища секций оборудуются погрузочными люками для выпуска руды из очистного пространства.

Выемку руды ведут сплошным забоем по восстанию с отбойкой руды горизонтальными слоями. Обуривание слоя руды из восстающих производится с помощью легких перфораторов. Горизонтальные шпуров предусматривается располагать в шахматном порядке. Одновременно взрываются по три шпура из смежных восстающих. Перед взрыванием окна обшиваются досками. Затем взрывается комплект шпуров и производится частичный (при магазинировании) или полный выпуск отбитой руды.

После завершения очистной выемки в секции начинается интенсивный выпуск замагазированной руды, а затем сразу из вентиляционного штрека подается сухая закладка, с целью предотвращения обрушения вмещающих пород и земной поверхности. В качестве закладочного материала могут быть использованы дешевые легкие заполнители – вулканические шлаки или пемзы.

Система разработки с отбойкой руды из восстающих была применена на рудниках «Дарасун» (Россия), «Оурей» и «Моуат» (США) и другие.

Сущность II системы разработки заключа-

ется в следующем [8]. Блок подготавливается рудными откаточным, вентиляционным штреками и восстающими с тремя отделениями.

Очистные работы начинают с выемки горизонтального слоя под вентиляционным штреком. Руда отбивается мелкошпуровым способом. Для доставки руды применяются скреперные лебедки. По окончании выемки первого слоя выработанное пространство закладывают породой, полученной при проведении выработок. Перед закладкой на почве слоя укладывают деревянный настил (мат), который служит кровлей при выемке последующего слоя. На почве нового слоя также укладывают мат и на него перепускают закладочный материал из первого слоя. Образовавшиеся пустоты в первом слое вновь закладывают породами. Аналогично ведется выемка третьего и последующих слоев, но с закладкой выработанного пространства за счет подрывки вмещающих пород висячего и лежащего боков.

Вмещающие породы отбиваются шпурами, которые обуриваются с наклоном вверх, чем обеспечивается необходимая устойчивость висячего и лежащего боков, принимающих на себя основное давление закладочного массива.

Эта система разработки применялась на «Приморском» оловянном руднике (Россия).

Не приводя основные достоинства и недостатки рассматриваемых систем, отметим лишь, что I система разработки допускает только валовую выемку руды (совместно с кондиционной рудой добывается, транспортируется и перерабатывается на обогатительной фабрике также некондиционная руда), а II система разработки позволяет вести селективную выемку интервалов (по простиранию) кондиционных и некондиционных руд (отбитая некондиционная руда вывозится на поверхность в специальные отвалы). I система разработки характеризуется невысокими значениями качественно-количественных показателей. Одновременно она по сравнению со II системой разработки обеспечивает более низкие затраты на добычу 1 т руды, которые не зависят от  $K_{руд}$ . Затраты на добычу 1 т руды при II системе разработки зависят от  $K_{руд}$ . Чем меньше величина  $K_{руд}$ , тем большее количество некондиционной руды или пустой породы вывозится на поверхность и уменьшается объем скреперования кондиционной руды.

Очевидно, что количество и качество балансовых запасов руды по отмеченным системам разработки отличаются друг от друга.

Если обозначить балансовые запасы эксплуатационного блока при применении I системы разработки через  $Q^6_{I^*}$ , то при использовании II системы разработки балансовые запасы эксплуатационного блока составят:

$$Q^6_{II} = K_{руд} Q^6_{I^*} \quad (1)$$

При этом очевидно, что:

$$C^6_{\phi I} = K_{руд} C^6_{\phi II} \quad (2)$$

где  $C^6_{\phi I}$  и  $C^6_{\phi II}$  — фактическое содержание полезного компонента в массиве рудного тела при валовой и селективной добыче руды.

Произведенными технико-экономическими расчетами получены следующие зависимости прибыли на 1 т погашаемых балансовых запасов от мощности рудного тела ( $m$ ) и  $K_{руд}$  (и прочих равных условиях):

$$\text{по I системе} - \Pi_I = 8,1 K_{руд} C^6_{\phi II} - 21,9 - 30,8/m, \$/m; \quad (3)$$

$$\text{по II системе} - \Pi_{II} = 8,0 C^6_{\phi II} - 24,2 - 24,9/m - 6,7/K_{руд} - 14,6/(m K_{руд}), \$/m. \quad (4)$$

Приравняв выражения (3) и (4) и решив полученное уравнение относительно  $m$ , получим значения «критических мощностей» ( $m_{кр}$ ), при которых сравниваемые системы равноэффективны.

$$m_{кр} = (14,6 - 5,9 K_{руд}) / [C^6_{\phi II} K_{руд} (8,0 - 8,1 K_{руд}) - 2,3 K_{руд} - 6,7], м. \quad (5)$$

В таблице приводятся результаты расчета значений  $m_{кр}$  в зависимости от  $C^6_{\phi II}$  и  $K_{руд}$ . При этом максимальное значение мощности рудного тела принято в 2,0 м.

Таблица  
Значения  $m_{кр}$  в зависимости от  $C^6_{\phi II}$  и  $K_{руд}$

Фактическое содержание полезного компонента (золота) в массиве рудного тела при селективной добыче руды, г/т ( $C^6_{\phi II}$ )	Критическая мощность рудного тела ( $m_{кр}$ ), м					
	Коэффициент рудоносности, $K_{руд}$					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,93
1	2	3	4	5	6	7
10	1,33					
15	0,66	0,78	1,04			
20			0,64	0,96		
25				0,65	1,35	
30					0,93	
35					0,70	
40						1,13

При  $m \leq m_{кр}$  оптимальной является система разработки с отбойкой руды из восстающих (I), а при  $m > m_{кр}$  — система разработки с закладкой подрываемыми вмещающими породами (II).

При  $C^6_{\phi II} = \text{const}$ , с ростом  $K_{руд}$  увеличивается область применения I системы разработки, и, наоборот, с понижением  $K_{руд}$  — область применения II системы разработки.

При  $K_{руд} = \text{const}$ , с повышением  $C^6_{\phi II}$  расширяется диапазон применения системы разработки, позволяющей вести селективную выемку руды (II), а при сравнительно невысоком качестве руды — сокращается диапазон ее применения.

В литературах и нормативно-методических документах РФ по промышленной оценке рудных месторождений [4,6 и 7] в качестве одного из параметров кондиций предусматривается определение «минимального (допустимого) коэффициента рудоносности», что считаем неправомерным; это убедительно доказано в работе проф. Ю.А. Агабаляна [1].

Вышеприведенный пример свидетельствует о том, что разным значениям  $K_{\text{раз}}$ ,  $m$  и  $C_{\text{фл}}$  соответствуют определенные системы разработки. В свою очередь система разработки оказывает значительное влияние на технико-экономические показатели горнорудного предприятия и параметры кондиций. Поэтому при промышленной оценке рудных месторождений и проектировании подземных рудников дифференцированному подходу при выборе систем разработки и обосновании параметров кондиций следует уделять повышенное внимание, что вытекает из требований «Инструкции о ...» [9].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агабян Ю. А. Теория и практика оптимального освоения недр. М.: Недра, 1994. 174 с.
2. Агабян Ю. А., Наджарян А. М., Оганесян А. Г. Новые технологии подземной разработки золоторудных месторождений. Глобус Науки, т.2, 2002.
3. Агабян Ю. А., Оганесян А. Г., Наджарян А. М. Выбор оптимальной системы разработки маломощных рудных тел в условиях Меградзорского золоторудного месторождения. Известия НАН РА, Науки о Земле, 2001, LIV, № 1-2.
4. Каждан А. Б., Кобахидзе Л. П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1985. 205 с.
5. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (ГКЗ). Ереван, 1998, 28 с.
6. Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Часть 2. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 390 с.
7. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев) (ГКЗ). М., 1999, 75 с.
8. Оганесян А. Г., Наджарян А. М. Выбор системы разработки рудного месторождения с помощью показателя «критическая мощность». Научные труды ЗАО «Горнометаллургический институт» – Ереван: Изд. "Егея", 2002.
9. Հրահանգ պինդ օգտակար հանածոների հանքավայրերի արդյունաբերական գնահատման և կոնդիցիաների պարամետրերի հիմնավորման նյութերի բովանդակության, ձևավորման և պետական փորձաքննության ներկայացման կարգի մասին: Երևան, ՀՀ գերատեսչական նորմատիվ ակտերի տեղեկագիր N 12(75) 14.06.2001: «Տիգրան Մեծ» ՓԲԸ հրատարակչություն, 2001, էջ 82-99:

## ՀԱՆՔԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԱՉԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ԱՏՈՐԳԵՏՆՅԱ ԱՄԴՅՈՒՆԱՀԱՆՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ԸՆՏՐՄԱՆ ՎՐԱ

Ա. Հ. Հովհաննիսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում դիտարկվում է ստորգետնյա մշակման օպտիմալ հանակարգի ընտրության խնդիրը այն դեպքի համար, երբ օգտակար բաղադրիչի բաշխվածությունը հանքամարմնում չափազանց անհավասարաչափ է. առանձնանում են հարուստ, քիչ հարստացված և անհանք տեղամասեր: Այդպիսի պայմաններում տեխնիկատնտեսական համեմատումն անհրաժեշտ է կատարել ստորգետնյա արդյունահանման այնպիսի տեխնոլոգիաների միջև, որոնց կիրառման դեպքում հնարավոր է և հնարավոր չէ իրականացնել հանքաքարի սելեկտիվ հանույթ:

Հիմնավորվել է, որ ստորգետնյա մշակման հանակարգի ընտրության վրա մեծ ազդեցություն է գործում հանքաբերության գործակիցը, հանքային մարմնի հզորությունը և օգտակար բաղադրիչի պարունակությունը:

Ցույց է տրված, որ կոնդիցիաների պարամետրերի կազմի մեջ «հանքաբերության թույլատրելի գործակցի» ներառումը ճիշտ չէ:

## INFLUENCE OF ORE CONTENT RATIO ON THE CHOICE OF DEEP ORE MINING TECHNOLOGY

A. H. Oganessyan

Abstract

The article considers choice of an optimal system of deep mining for the case of rather irregular distribution of useful component within the ore body. In such conditions, technologies of deep mining, and among them those allowing and not allowing for selective extraction of ore, should undergo technical and economic comparison. It is substantiated that choice of deep mining systems is largely influenced by the ratio of ore content, ore body thickness, and content of the useful component. It is demonstrated that inclusion of "permissible ore-content ratio" into the parameters of conditions is not appropriate.