© С. М. Смирнов, А. А. Еременко, 2014

УДК 622.831

С.М. Смирнов, А.А. Еременко

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ЗАКЛАДОЧНОЙ СМЕСИ ИЗ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СЛОЕВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ РУБЦОВСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОАО «СИБИРЬ-ПОЛИМЕТАЛЛЫ»

Предложена схема отработки технологического блока с закладкой твердеющими смесями. Определены горизонтальные и вертикальные напряжения. Установлены средние значения прочности закладки для верхнего и нижнего уровней слоя. Предложена методика расчета нормативной прочности закладки по каждому слою этажа отработки рудного тела. Обоснован состав закладочной смеси из местных материалов при слоевой системе разработки Рубцовского полиметаллического месторождения.

Ключевые слова: месторождение, закладка, блок, разработка, устойчивость, прочность.

ОАО «Сибирь-Полиметаллы» Уральской горно-металлургической компании с 2004 года ведет разработку Рубцовского полиметаллического месторождения в Алтайском крае. Выбор системы разработки с закладкой выработанного пространства проведен на основе анализа технико-экономических показателей подземной отработки полиметаллических месторождений России и ближнего зарубежья, имеющих горно-геологические условия, подобные условиям отработки Рубцовского месторождения. Установлено, что при применении слоевой системы разработки с твердеющей закладкой на рудниках Комсомольский, Октябрьский, Орловский, Зодский и др. достигается производительность труда 8-40 т/смену, потери 0,5-5 %, разубоживание руды – 5-16 % при необходимости обеспечения прочности закладочного материала – 2,7-8 МПа [1, 2].

Рубцовское месторождение в этаже отработки разрабатывается технологическими блоками (рис. 1). При слоевой системе разработки с нисходящей выемкой и закладкой выработанного пространства твердеющими смесями установлены следующие параметры: длина – 50 м; высота – 35 м; ширина – по мощности рудного тела вкрест простирания; количество слоев — 10; количество подэтажей, одновременно находящихся в работе – 2. Основные технологические показатели по системе разработки: коэффициент крепости руды по шкале проф. Протодьяконова - 9-14; то же, породы - 3-12; потери руды – 3 %; разубоживание – 5 %; кондиционный кусок - 300 мм.

Добываемая полиметаллическая руда содержит металлы: Cu, Pb, Zn. Средние значения объемного веса руды – 3,78 г/см^3, вмещающих пород – от 2,4 до 2,66 г/см^3.

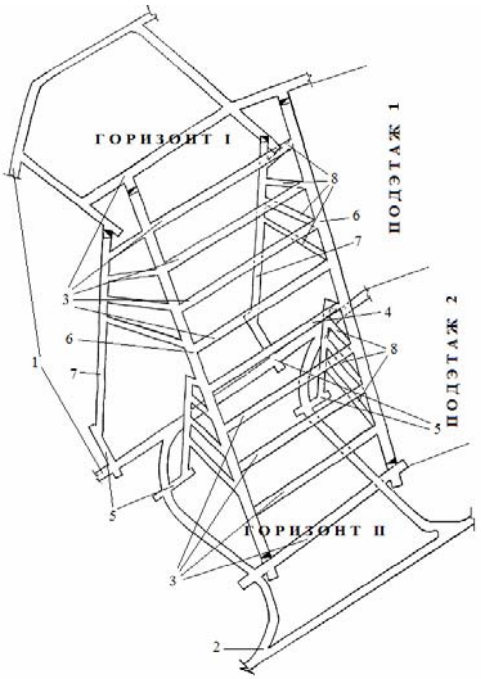

Рис. 1. Схема отработки технологического блока: 1 – полевой штрек; 2 – обгонный штрек; 3 – разрезной слоевой штрек; 4 – подэтажный штрек; 5 – штрек скреперования; 6 – наклонный восстающий; 7 – блоковый восстающий; 8 – слоевая сбойка наклонных восстающих с блоковыми восстающими (рудоспусками)

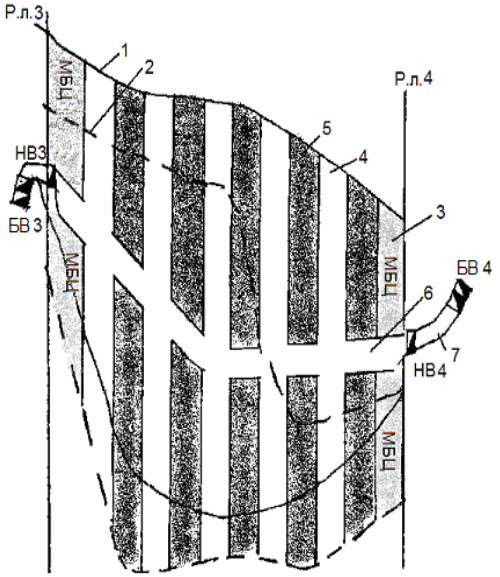

Рис. 2. Горизонтальные слоевые выработки в технологическом блоке: 1, 2 – контуры рудной залежи в слое, соответственно, по кровле и подошве залежи; 3 – межблоковые целики технологического блока (МБЦ); 4 – заходки I – ой очереди; 5 – оставляемые целики (заходки II – ой очереди); 6 – разрезной штрек; 7 – сбойка наклонного восстающего (НВ) с блоковым восстающим (БВ)

Мощность рудной залежи изменяется от 2 до 12,5 м и имеет четкие контакты с вмещающими породами. Угол падения залежи изменяется от 0 до 45°. Физико-механические свойства руд и вмещающих пород в кровле и подошве залежи существенно различаются (табл. 1).

Отработка горизонтальных слоев высотой 3,5 м начинается с проходки из наклонных восстающих разрезных слоевых штреков. Добыча руды осуществляется заходками шириной 4 м, которые ведутся от разрезного штрека в направлении контакта руды с вмещающими породами кровли и подошвы залежи. Отбойка руды ведется буровзрывным способом с применением перфораторов ПП-63В. Погрузка руды производится погрузочной машиной ПТ-4. Руда по горизонтальным выработкам слоя доставляется до блоковых восстающих и по штрекам скреперования с применением лебедок ЛС-30 грузится в вагонетки. Закладка заходок твердеющими смесями выполняется после полной выемки руды из заходок.Заходки проходятся в две очереди (рис. 2). На границах технологического блока оставляются межблоковые целики шириной 4 метра, отрабатываемые при ведении горных работ в смежных технологических блоках [3].

В слое по прочности твердеющей закладки выделяются нижний упрочненный и верхний уровни высотой, соответственно, 2,0 и 1,5 м.

Таблица 1

Физико-механические свойства руд и вмещающих пород

Горный массив	Горные породы	Предел прочности, МПа		Коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову	Объёмный вес, кг/м^3
		на сжатие	на растяжение		
В кровле рудного тела 1	песчаники	2,74-4,31	0,15-0,63	3-6	2,52-2,58
	гравелиты	4,68	0,63	6	2,54
	конгломераты	36,8	4,0	5	2,58
	аркозовые песчаники	66,0-101,0	4,6	10	2,58-2,61
	алевролиты	95,3-116,5	1,8	12	2,52-2,66
	туффиты, туфы кислого состава	53,7	4,9	7	2,59
	пепловые туфы	32,5-133,7	2,5	9	2,41-2,50
Массив рудного тела 1	сплошная руда	72,3-125,6	7,2-10,2	9-14	1,99-4,82
	вкрапленная руда в кварцитах	89,4	-	11	
	вкрапленная руда в хлоритолитах	17,1	-	2	
В подошве рудного тела 1	кремнистые алевролиты минерализованные	46,3	-	6	-
	минерализованные хлоритолиты	17,1	-	2	-

Устойчивость горизонтального обнажения ($\sigma_{сж(г)}$) определена по формуле

$$\sigma_{сж(г)} = \frac{0{,}0028\,\gamma_3\,A^2(1+K_п)}{h_0}, \qquad (1)$$

где γ_3 — удельный вес закладки, кН/м^3; A — пролет обнажения, м; $K_п$ — коэффициент пригрузки; h_0 — толщина несущего слоя закладки, м.

Устойчивость вертикального обнажения ($\sigma_{сж\ (в)}$) определена по формуле

$$\sigma_{сж(в)} = (\frac{E_3\Delta h}{h_3} + \frac{\gamma_3 h_3}{10^{-6}}) \times K_3, \qquad (2)$$

где K_3 – коэффициент запаса прочности закладки; E_3 – модуль упругости закладки, МПа; Δh - уменьшение высоты выработанного пространства у искусственной стенки очистной выработки при подвигании забоя на шаг закладки, м; h_3 – высота слоя закладки, м; γ_3 - удельный вес закладки, кН/м^3.

Допустимые деформации определены по формуле

$$\sigma_{сж(д)} = \frac{K_ш}{K_д} \times K_\sigma \times \frac{1{,}925\sigma_3}{\sqrt{\varepsilon}}, \qquad (3)$$

где $K_ш$ – коэффициент, учитывающий неоднородность состава и прочности в шахтных условиях; $K_д$ – коэффициент длительной прочности; K_σ - коэффициент, учитывающий характер напряженного состояния закладки; σ_3 - напряжение в искусственном массиве от действия налегающих пород, МПа; ε - допустимая относительная величина усадки, %.

При расчете нормативной прочности закладки в целом на этаж отработки установлены средние значения прочности для верхнего уровня слоя – 2,5 МПа, для нижнего уровня слоя – 4,0 МПа. Детальными расчетами нормативной прочности закладки по каждому слою этажа отработки выявлено, что в верхнем уровне слоев возможно применение закладки

Таблица 2

Состав закладочной смеси

Компоненты закладочной смеси и их характеристики	Ед. изм.	Состав закладочной смеси			
		№ 1 (нижний несущий уровень закладки)		№ 2 (верхний уровень закладки)	
		m≤5 м	m>5 м	m≤5 м	m>5 м
1. Цемент М-400	кг/м³	185	240	75	155
2. Шлак и зола котельной и местной ТЭЦ	кг/м³	240	240	240	240
3. Песчано-гравийная смесь (щебень)	кг/м³	1341	1294	1435	1367
4. Вода	кг/м³	320	320	320	320
5. Прочность закладки на сжатие через месяц	МПа	2,5	4,0	1,0	2,1

прочностью от 1,0 до 2,5 МПа при прочности закладки 4,0 МПа в нижнем уровне слоев.

Предложенная методика расчета нормативной прочности закладки по каждому слою этажа отработки обеспечивает безопасное и эффективное ведение закладочных работ, т. к. позволяет применять рецептуры с пониженным расходом вяжущих веществ и снижать затраты на приготовление твердеющей смеси. Для приготовления закладочной смеси применяется вяжущее вещество заводского изготовления (например, цемент М 400). В качестве заполнителя используется зола ТЭЦ и гранитный щебень крупностью 0 – 20 мм, дополнительно измельченный на мельнице закладочного комплекса совместно с другими компонентами смеси.

Щебень поступает на закладочный комплекс из карьера Назаровского участка, где добываются аляскитовые, крупно- и среднезернистые граниты. Объемный вес гранитов – 2,6 г/см^3, водопоглощение – 0,35 – 0,61 %, пористость – 1,9 %, предел прочности на сжатие в сухом состоянии – 650 – 900 кг/см^3, в водонасыщенном состоянии – до 762 кг/см^3.

Экспериментально подтверждена возможность использования в качестве пластификатора местные глины и суглинки. На территории Рубцовского месторождения глина залегает на глубине 0,5 – 11,5 м. Глина содержит: песочных частиц – 3,68 – 16,88 %, пылевых частиц – 20,34 – 73,36 %, глинистых частиц – 18,96 – 30,08 %. По составу относятся к пылевым глинам, по числу пластичности (21,6 – 38,7) к легким глинам. Средний объемный вес – 1,8 г/см^3, удельный вес – 2,65 г/см^3.

Для залежей мощностью m (для m≤5 м и m>5 м) установлены составы закладочной смеси (табл. 2). Выбранные технологические решения обеспечивают эффективность и безопасность горных работ, определяют направления дальнейшего совершенствования добычных работ на Рубцовском руднике ОАО «Сибирь-Полиметаллы».

Расчетная нормативная прочность закладочной смеси в нижней и верхней части горизонтальных слоев в этаже отработки Рубцовского рудника, составляет, соответственно, 4,0 и 1,0 -2,5 МПа и позволяет применять составы закладочной смеси для закладки нижней несущей и верхней части горизонтальных слоев в зависимости от мощности отрабатываемой рудной залежи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Цинкер Л. М., Смирнов С.М., Ставский Г.Г., Тишелович А.А.* Обоснование безопасной подземной отработки полиметаллических рудников в Алтайском регионе» // Тр. конф. с участием иностранных ученых: «Фундаментальные проблемы формирования техногенной среды» 10-13 октября 2006. – Новосибирск: ИГД СО РАН. – 2006. – С. 109-112.

2. *Смирнов С. М. и др.* Эффективность и безопасность горных работ на примере опытного блока Рубцовской шахты ОАО «Сибирь-Полиметаллы» // В Межд. научн.-технич. сб.: «Техника и технология разработки месторождений полезных ископаемых». – Новокузнецк: СибГИУ. – 2005. – Вып. 7. – С. 105-111.

3. *Патент* № 2280765 Российской Федерации, МПК7 E21C 41/22. Способ разработки рудных тел / авторы: Л. М. Цинкер, С. М. Смирнов, Н. А. Сидоренко, А. А. Макаров; заявитель и патентообладатель ОАО «Восточный научно-исследовательский горнорудный институт»; опубл. 27.07.2006 г. Бюл. № 21. – 7 с.: ил.. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Смирнов Сергей Михайлович – кандидат технических наук, главный инженер ООО «ВостНИГРИ» Уральской горно-металлургической компании
Еременко Андрей Андреевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ИГД СО РАН, e-mail: admin@misd.nsc.ru

UDC 622.831

SELECTION AND SUBSTANTIATION OF A FILL COMPOSITION MADE OF LOCAL RAW MATERIALS AT RUBTSOVSK POLYMETAL ORE DEPOSIT DEVELOPED BY THE SLICE MINING PROCESS, OAO SIBIR-POLIMETALLY URAL MINING-METALLURGICAL COMPANY

Smirnov S.M., Candidate of Engineering Sciences, Chie Engineer, OOO "VostNIGRI" Ural Mining and Metallurgical Company
Eremenko A.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Mining Institute SB RAS,
e-mail: admin@misd.nsc.ru

The block mining and consolidating stowing process is proposed. The horizontal and vertical stresses are evaluated. The average stowing strength values for the upper and lower layers are found. The procedure for the calculation of the characteristic strength for every mining level is developed. The stowing mixture composition made of local raw materials is substantiated for the slice mining conditions at Rubtsovsk polymetal ore deposit.

Key words: deposit, stowing, block, mining, stability, strength.

REFERENCES

1. Tsinker LM, Smirnov S.M., Stavsky G.G., Tishelovich A.A. Justification safe underground mining polymer metallic mines in the Altai region " // Proc. conf. with participation of foreign scien-tists : "Fundamental Problems formation of a man-made environment " 10-13 October 2006 . - Novosibirsk: Mining SB RAS. - 2006. - S. 109-112.

2. Smirnov, M. et al Efficacy and safety of mining operations on the example of an experienced unit Rubtsovskaya mine OAO "Siberia - Polymetal" // In Int. nauchn. - tech. Sat: " Technique and technology field development of minerals." - Novokuznetsk SibGIU. - 2005. - Issue. 7. - S. 105-111.

3. Patent number 2280765 Russian Federation, MPK7 E21S 41/22. Method of processing times orebodies / authors: L.M. Qingker, S. Smirnov, N. Sidorenko, A.A. Makarov, applicant and patentee of " Eastern Research Institute of Mining", publ . 27.07.2006 Bull. Number 21. - 7.: Il.