

УДК 622.7

*Г.Г. Пирогов*

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
СХЕМ РАЗРАБОТКИ НОВО-ШИРОКИНСКОГО  
ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Н**ово-Широкинское месторождение, расположенное в Восточном Забайкалье, представлено устойчивыми рудами средней ценности. Месторождение крутопадающее. Мощность изменяется в пределах 4–30 м. Глубина залегания составляет 700 м. Согласно техническому проекту АО «ЗабайкалцветметНИИпроект» обогатительная фабрика размещена на промышленной площадке Новоширокинское рудника, хвостохранилище – на расстоянии 2,5 км от фабрики. Основные запасы намечено обрабатывать системой подэтажных штреков, участки богатых руд – системой горизонтальных слоев с твердеющей закладкой.

На основе выполненных исследований нами предложена альтернативная технологическая схема разработки месторождения на базе подземного горно-обогатительного комплекса (подземного ГОКа) с полным использованием хвостов, образующихся при подземном обогащении, в твердеющих закладочных смесях. Ключевыми звеньями технологической схемы обоснованы: система разработки сплошной слоевой выемкой вертикальных прирезок с твердеющей закладкой; обогатительный комплекс, размещаемый в порогах лежачего бока на глубине 200 м от земной поверхности, на расстоянии 1500 м по простиранию месторождения от его правого фланга и 200 м от месторождения в направлении вкрест простирания; специальная горная подготовка обогатительного комплекса, включающая проходку двух

вертикальных стволов, горизонтальных и наклонных технологических и вентиляционных горных выработок. В табл. 1 приведены параметры технологических схем разработки месторождения на базе подземного ГОКа и традиционной (по проекту).

Сравнительная экономико-экологическая оценка альтернативных технологических схем разработки Ново-Широкинское месторождения осуществлена с использованием предложенной нами экономико-математической модели, структура которой в общем виде представлена следующим образом:

$$\mathcal{E} = F(t, \Sigma \text{Ци}, K, C, \text{Уп}, \text{Уэ}, \text{П}, \text{Зо}, L), \quad (1)$$

где  $t$  – фактор времени;  $\Sigma \text{Ци}$  – интегральная извлекаемая ценность руды, р.;  $K$  – общие капитальные затраты на добычу и переработку руды, р.;  $C$  – эксплуатационные издержки на добычу руды, получение концентрата, р.;  $\text{Уп}$  – экономический ущерб от потерь руды, р.;  $\text{Уэ}$  – экономический ущерб, наносимый окружающей среде, р.;  $\text{П}$  – платежи, связанные с использованием недр, р.;  $\text{Зо}$  – затраты на природоохранные мероприятия, р.;  $L$  – финансовые льготы за внедрение малоотходных ресурсосберегающих технологий, освоение подземного пространства, р.

В развернутом виде экономико-математическая модель сравнительной оценки выглядит следующим образом:

Таблица 1

**Параметры технологических схем разработки Ново-Широкинского месторождения**

Технологическая схема на базе подземного горно-обогатительного комплекса		Технологическая схема с размещением обогатительной фабрики и хвостохранилища на земной поверхности	
Основные звенья схемы	Характеристика	Основные звенья схемы	Характеристика
Вскрытие месторождения	Клетевой рудоподъемный ствол	Вскрытие месторождения	Клетевой рудоподъемный ствол
Системы разработки месторождения	Сплошная система слоевой выемкой вертикальных прирезок с твердеющей закладкой	Системы разработки месторождения	Система подэтажных штреков (44 %); Горизонтальными слоями с твердеющей закладкой (25 %)
Производство закладочного материала	Подземный обогатительный комплекс	Производство закладочного материала	Карьер для выемки песчано-гравийной смеси
Место размещения обогатительного комплекса	Размещается на глубине 200 м от земной поверхности	Место размещения обогатительной фабрики	Размещается на площадке рудника
Специальная горная подготовка подземного обогатительного комплекса	Сооружение главного и вентиляционного стволов комплекса, технологических вентиляционных выработок		
Закладочный комплекс	На земной поверхности с годовой производительностью 150 тыс. м <sup>3</sup>	Закладочный комплекс	На земной поверхности с годовой производительностью 37,5 тыс. м <sup>3</sup>
Хвостохранилище	Нет	Хвостохранилище	Размещается на земной поверхности
Годовая производительность подземного ГОКа	450 тыс. т	Годовая производительность горно-обогатительного комбината	450 тыс. т

$$\begin{aligned}
 \text{Эпож} = & \sum_{i=1}^T [0,01(1-p) \left( \sum_{i=1}^N \text{CoiЦ} \text{moti} + \sum_{j=1}^M \text{CoiЦ} \text{moti} \right) \times \\
 & \times \text{ИоАgt} - (\text{Hct} + \text{Cuit} + \text{Kв,одt} + \\
 & + \text{Pst} + \text{Hst} + \text{Ost} + \text{Гmt} + \text{Пmt} + \text{Вuit} + \\
 & + \text{Шet} + \text{Vpt} + \text{Hз.ct} + \text{At} + \text{Пз.ct} + \text{Ynt} + \\
 & + \text{Уэт} + \text{Скт} + \text{Tmt} + \text{Tвт} + \text{Пз}^{\text{к}} \text{ct} + \text{Oобt} + \\
 & + \text{Цот} + \text{Цут} + \text{Цот} + \text{Цct} + \text{Пкт} + \text{Мобt} + \\
 & + \text{Вкт} + \text{Ссвт} + \text{Cot} + \text{Пзкт} + \text{ПРt} + \text{ПIt} + \\
 & + \text{П2t} + \text{П4t} + \text{П31t} + \text{П32t} + \text{Пфт} + \text{+Oet} + \\
 & \text{Ont} + \text{Oout} + \text{Oмет} + \text{Mct} + \text{Пкpt} - \text{-L1t} - \\
 & \text{L2t})] \text{Вt.} \quad (2)
 \end{aligned}$$

Условные обозначения, принятые в формуле (2), и результаты выполненной сравнительной оценки приведены в табл. 2.

Табл. 2 позволяет заключить, что расчетная сравнительная экономико-экологическая эффективность технологической схемы освоения Ново-Широкинского золото-полиметаллического месторождения на базе подземного ГОКа в 1,25 раза больше таковой при его освоении по традиционному варианту в

Таблица 2

**Показатели сравнительной оценки экономико-экологической эффективности освоения Ново-Широкинского месторождения на базе подземного ГОКа и по традиционной технологической схеме**

Экономические величины и их численные значения при освоении месторождения подземным ГОК и традиционным способом			
Обозначения	Наименования величин, ед. изм.	Численные значения величин при ПГОК	Численные значения величин при традиционном способе
1	2	3	4
T	Продолжительность отработки запасов, лет	20	20
Цсн	Суммарная извлекаемая ценность золото-полиметаллической руды, р./т	533,2	501,8
Цобщ	Общая извлекаемая ценность месторождения за период времени T, р.	$4,7988 * 10^9$	$4,5162 * 10^9$
	Общая извлекаемая ценность с учетом коэффициента дисконтирования, р.	$4,103 * 10^9$	$3,86 * 10^9$
Капитальные затраты:			
Скт	Стволы обогатительного комплекса глубиной по 400 м: главный ( $S_{гл} = 35m^2$ ) и вентиляционный ( $S_v = 25m^2$ ), р.	$9,6 * 10^6$	-
Ttt	Транспортные тоннели, р.	$1,62 * 10^5$	-
Tvt	Технологическо-вентиляционные выработки, р.	$2,16 * 10^5$	-
Цдт Цит Цот Цст	Подземные цехи обогатительного комплекса: - дробления рудной массы, р.; - измельчения рудной массы, р.; - обогащения рудной массы, р.; - доводки и сушки концентрата, р.	$2,3 * 10^7$	-
Пзкт	Закладочный комплекс (частично предусмотрен и при традиционном способе), р.	$6,09 * 10^6$	$2,03 * 10^6$
Офт	Главный корпус наземной обогатительной фабрики, р.	-	$9,34 * 10^6$
Ххт	Хвостохранилище с пульпопроводом и перекачной станцией, р.	-	$1,43 * 10^6$
Пкр	Плата за долгосрочные кредиты (банковская ставка 12 %)	$4,96 * 10^6$	$1,54 * 10^6$
Кобщ	Общие капитальные затраты (без учета подземного рудника и части зданий и сооружений обогатительного комплекса – (наземная часть), р.	$4,38 * 10^7$	$1,4 * 10^7$
Вт	Коэффициент дисконтирования	0,85	0,85
	Общие капитальные затраты с учетом коэффициента дисконтирования, р.	$3,71 * 10^7$	$1,2 * 10^7$

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
<b>Эксплуатационные затраты</b>			
Нвт	Подготовительно-нарезные выработки, р.	$2,44 * 10^7$	$1,26 * 10^7$
ОВт	Очистная выемка руды, р.	$3,1 * 10^8$	$1,7 * 10^8$
Прт	Подъем рудной массы, р.	$1,8 * 10^7$	$4,3 * 10^7$
Вшт	Внутришахтный транспорт, р.	$4,95 * 10^7$	$3,78 * 10^7$
Схвт	Складирование и хранение хвостов в хвостохранилище, р.	-	$1,88 * 10^8$
Пк	Подъем концентрата	$1,9 * 10^6$	-
Со	Себестоимость обогащения (за весь период отработки запасов), р.	$8,36 * 10^8$	$8,21 * 10^8$
Ооф	Обогрев обогатительной фабрики в холодный период года, р.	-	$4,326 * 10^6$
Пгв	Поддержание и ремонт подземных горных выработок обогатительного комплекса (2 % от горнопроходческих работ), р.	$1,9956 * 10^6$	-
	Общие эксплуатационные затраты, р.	$1,24 * 10^9$	$1,28 * 10^9$
	Общие эксплуатационные затраты с учетом дисконтирования, р.	$1,06 * 10^9$	$1,09 * 10^9$
Уп	Ущерб от потерь руды, р.	$9,2 * 10^7$	$3,8 * 10^8$
Уэ	Ущерб экологический (хранение твердых отходов – хвостов с годовым выходом 397,89 т.; 4 класс токсичности), р.	-	$1,59 * 10^7$
<b>Платежи</b>			
П <sub>1</sub>	Плата за право пользования недрами (по ставке 2,5 %), р.	$1,1997 * 10^8$	$1,129 * 10^8$
П <sub>2</sub>	Плата за право на добычу (по ставке 3,0 %), р.	$1,439 * 10^8$	$1,35 * 10^8$
ПЗ <sub>1</sub>	Плата за землю под хвостохранилище, р.	-	$1,3 * 10^4$
ПЗ <sub>2</sub>	Налог на землю, р.	-	$3,0 * 10^5$
Пф	Плата за основные фонды (3 %), р.	$1,17 * 10^6$	$3,84 * 10^5$
П <sub>4</sub>	Отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы (по ставке для цветных металлов 8,2 % от стоимости добытой товарной продукции), р.	$3,94 * 10^8$	$3,7 * 10^8$
	Общая сумма платежей, р.	$6,59 * 10^8$	$6,18 * 10^8$
	Общая сумма платежей с учетом дисконтирования, р.	$5,6 * 10^8$	$5,26 * 10^8$
<b>Природоохранные мероприятия</b>			
Оп	Очистка рудничного воздуха от пыли (1 % от полной себестоимости), р.	$1,5 * 10^7$	$1,26 * 10^7$
Ог	Очистка рудничного воздуха от газов, р.	$3,0 * 10^7$	$2,52 * 10^7$
Мс	Содержание системного мониторинга, р.	$4,56 * 10^7$	$3,78 * 10^7$

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
	Общие затраты на природоохранные мероприятия, р.	1,356 * 10 <sup>8</sup>	1,13 * 10 <sup>8</sup>
	Суммарные эксплуатационные затраты, платежи и иные виды затрат и экономических ущербов, р.	2,127 * 10 <sup>9</sup>	2,4069 * 10 <sup>9</sup>
	Суммарные эксплуатационные затраты и платежи с учетом коэффициента дисконтирования, р.	1,8076 * 10 <sup>9</sup>	2,0459 * 10 <sup>9</sup>
Эт	Экономическая эффективность освоения Ново-Широкинского месторождения, р.	2,258 * 10 <sup>9</sup>	1,802 * 10 <sup>9</sup>

\*Из себестоимости обогащения отдельной строкой выделены затраты на складирование и хранение хвостов, а также на обогрев обогатительной фабрики в холодные периоды года

основном за счет существенного снижения потерь (8,9 %), а также исключения экономического ущерба от складирования и хранения на земной поверхности твердых отходов обогащения (хвостов), содержащих токсичные тяжелые металлы (свинец и цинк), что имеет значительный социальный эффект.

### Коротко об авторах

Пирогов Г.Г. – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры ПРМПИ, ЧитГУ.

## ДИССЕРТАЦИИ

### ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ РАН</b>			
КОЛПАКОВА Ирина Алексеевна	Стратегия управления ценами на первичные топливно-энергетические ресурсы в России	08.00.05	к.э.н.
<b>КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>			
МЕСЯЦ Мария Анатольевна	Управление внешнеторговой деятельностью как фактор повышения конкурентоспособности продукции предприятия (на примере угольных предприятий Кемеровской области)	08.00.05	к.э.н.