



Соколов М.А.  
директор ООО «Омега»  
maxsokolov84@mail.ru

# НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУПНЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛАЗО)

*Крупные россыпные месторождения золота характеризуются большей изменчивостью горно-геологических и горнотехнических условий. На примере россыпного месторождения Лазо показано, что эффективная и рентабельная промышленная эксплуатация крупной россыпи невозможна без разработки программы, предусматривающей оптимизацию порядка отработки месторождения, параметров карьера, структур комплексной механизации, обогащения, календарного план. Для реализации этой программы необходимо использовать существующий отечественный и зарубежный опыт, а также специализированные компьютерные программы Альт-Инвест, Datamine, Micromine и др.*

**Ключевые слова:** россыпное месторождение золота, горно-геологические и горнотехнические условия, вскрышные работы, добыча песков, бульдозеры, погрузчики, промывочный прибор, программа оптимизации.



**ООО «Омега» разрабатывает крупное россыпное месторождение Лазо с запасами золота 5 т (рис.1).**



**Рис. 1.**  
Вскрыша торфов бульдозером на россыпном месторождении золота Лазо.

Месторождение относится ко II группе по сложности горно-геологических условий. К данной группе относятся крупные и средние по запасам вытянутые по простиранию россыпи с относительно выдержанным по ширине продуктивным пластом, с непостоянной его мощностью, с весьма неравномерным прерывисто-гнездово-струйчатым распределением металла и преобладанием внутри россыпи некондиционных участков над обогащенными.

Россыпь характеризуется большой изменчивостью горно-геологических и горнотехнических условий, большой площадью распространения пласта, неравномерным распределением золота, пораженностью предыдущей отработкой (**табл.1**). По степени разведанности и изученности запасы месторождения классифицируются по категории С1.

Горно-геологические условия россыпи определили применение открытого раздельного способа разработки. Верхняя часть вскрыши укладывается на борт карьера бульдозерами Komatsu D-375A. Нижняя часть пере-

мещается бульдозерами Komatsu D375A в выработанное пространство. Для транспортировки торфов бульдозеры могут комбинироваться с одноковшовыми погрузчиками WA-470. Оптимальная ширина бульдозерной заходки составляет 80 м. При большей ширине заходки, связанной с технологическими причинами, вскрышные работы производятся с применением погрузчиков WA-470. При этом, окучивание осуществляется бульдозерами Komatsu D-375A с расстоянием транспортирования не более 50 м, остальное транспортирование до 100 м производится погрузчиками.

Добычные работы осуществляются по бестранспортной схеме с применением бульдозеров Komatsu D375A. Рыхление мерзлых торфов и песков производится бульдозерами рыхлителями D375A. Эти же бульдозеры производят гидротехнические работы.

Пески снимаются послойно по мере оттайки (часть песков рыхлится механическим способом), транспортируются к промывочным установкам. Для промывки песков принят промывочный прибор ГИТ-52. Подача песков в бункер прибора производится погрузчиками WA-470 со склада, окученного бульдозерами из оттаявшего слоя песков (**рис.2**).

Разработка россыпи ведется по восстанию. При большой ширине блоки разделяются на ленты шириной 80-150 м. Отведение поверхностных водотоков с площади карьеров производится посредством системы руслоотводных канав. В связи с тем обстоятельством, что россыпь является террасовой и расположена выше уреза воды р. Адыча на 60-75 м ее отведение не предусматривается. Все илоотстойники располагаются в выработанном пространстве. Всего предусматривается эксплуатация 16 илоотстойников (по одному в год для каждого прибора). Средние параметры добычного полигона составляют 80x580м. Среднегодовой объем работ по добыче и промывке песков составляет 300 тыс. м<sup>3</sup>.

**Таблица 1.**  
Горнотехнические параметры разработки

№№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Протяженность россыпи, м	11400
2	Средняя ширина россыпи, м	560
3	Площадь россыпи, тыс. м <sup>2</sup>	6366
4	Мощность торфов, м	4,7-8,3 (ср. 6,5)
5	Мощность песков, м	0,7-2,2 (ср.1,4)
6	Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	4,9
7	Содержание, г/м <sup>3</sup>	0,4-1,0 (ср.0,57)
8	Количество блоков для открытой разработки	20
9	Срок отработки запасов, лет	33

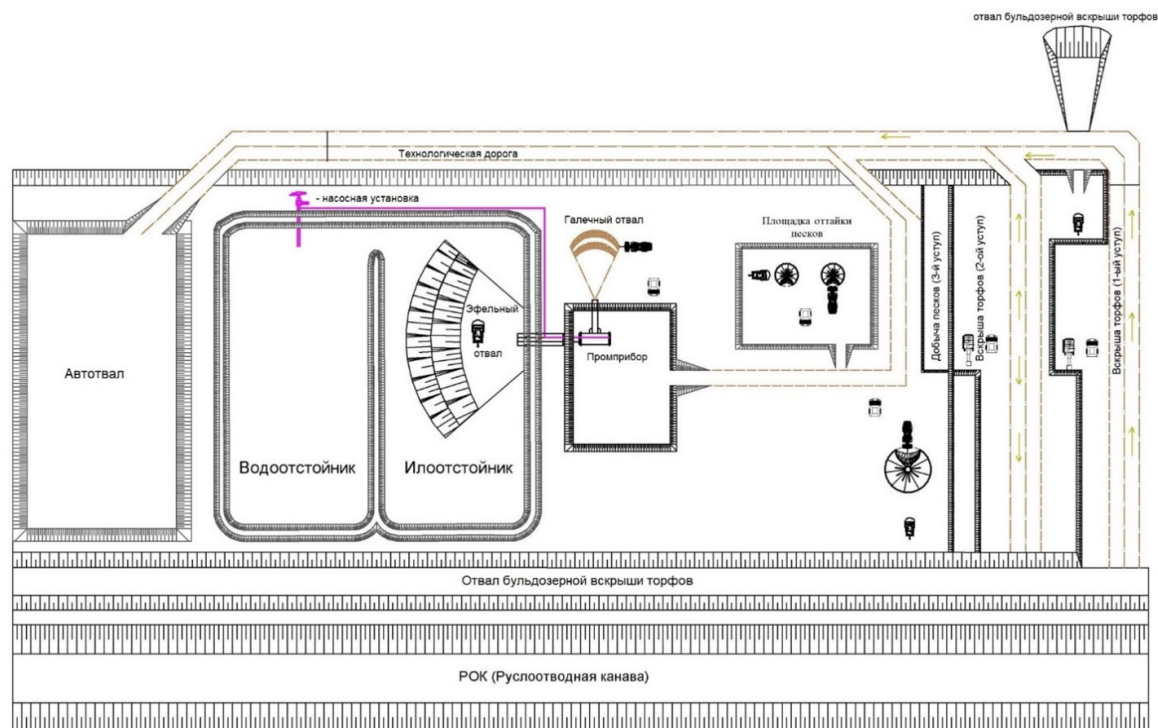


Рис. 2. Технологическая схема горных работ на месторождении Лазо.

Применяемая техника и технология позволяют осуществлять рентабельную разработку россыпного золотоносного месторождения Лазо. Однако, есть и проблемы. Прежде всего, это не отход содержания, в некоторых блоках среднее содержание снижено почти в 2 раза с 0,6 до 0,3 г/м<sup>3</sup>, что осложняет выполнение проектных показателей по добыче золота. Эта проблема связана с высоким варьированием пробности (от 708 до 926) при подсчете запасов. Существует также проблема логистики. Завоз возможен только в зимнее время по зимникам, которые очень сложно проложить. Следствием этого является большая стоимость материалов, особенно дизельного топлива.

Чтобы снизить эти негативные тенденции, на предприятии принято решение о разработке программы оптимизации. Первым шагом стало проведение анализа и обобщения опыта оптимизации на крупных рудных карьерах по добыче золота. Оказалось, что, если на рудных месторождениях золота широко используются оптимизационные инструменты, то на россыпях это направление находится в зачаточной стадии. И это несмотря на то, что оптимизация является существенным резервом повышения эффективности разработки месторождений в сложных горнотехнических условиях.

Программа оптимизации на россыпном месторождении Лазо предусматривает оптимизацию:

- порядка отработки запасов месторождения (этапов отработки месторождения (pushblocks) и параметров карьера;
- структур комплексной механизации;
- обогащения;
- параметров календарного плана разработки месторождения.

Ключевым оптимизационным инструментом должна стать финансовая модель разработки месторождения, которая будет создана с использованием специализированной программы Альт-Инвест. В качестве критериев оптимизации приняты экономические показатели эффективности инвестиционных проектов (NPV, IRR, бюджетный доход).

#### Оптимизация порядка отработки месторождения

Оптимизация этапов разработки месторождения (pushblocks) и параметров карьера начинается с анализа сырьевой базы месторождения. Выделяются участки, отличающиеся по горно-геологическим и горнотехническим условиям. По каждому участку проводятся расчеты технико-экономических показателей добычи золота. По результатам расчетов участки ранжируются по экономической ценности. Далее осуществляют отработку этих участков в соответствии с этой ранжировкой. Сначала богатые, потом бедные (рис.3).

Таблица 2.  
Варианты структур комплексной механизации

Наименование	I вар-т (базовый)	II вар-т	III вар-т
<b>Способ разработки</b>	Бестранспортный	Транспортный	Дражный
Вскрышные работы:			
Бульдозер D375A	+	+	+
Погрузчик WA-470	+		+
Погрузчик WA600-6		+	
Экскаватор PC-800-8EO		+	
Автосамосвал Белаз-7547		+	
<b>Добыча песков:</b>			
Бульдозер D375A	+	+	
Бульдозер Д10Т		+	
Бульдозер Д11Т		+	
Погрузчик WA-470	+		
Погрузчик WA600-6		+	
Экскаватор PC-800-8EO		+	
Промприбор ГИТ 52	+	+	
Драга 150 Д			+

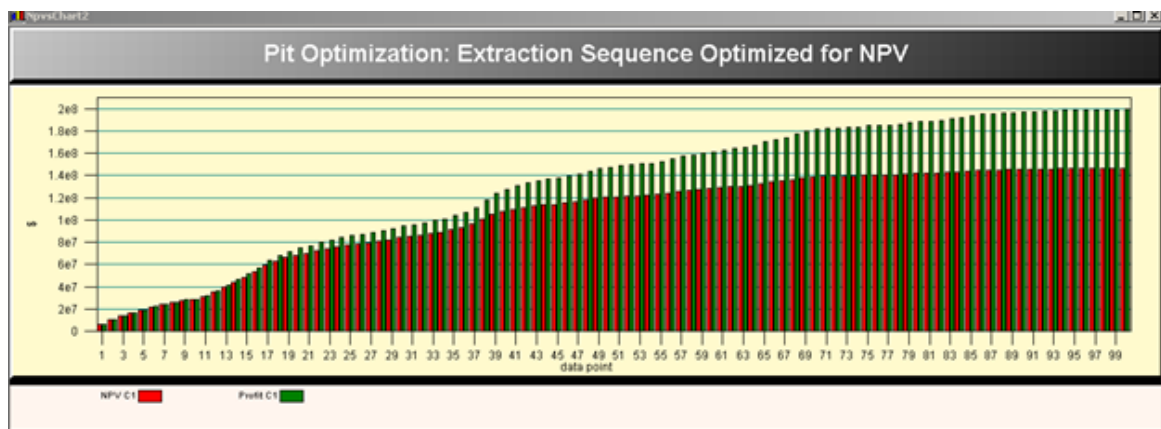


Рис. 3.  
Кумулятивный график NPV и прибыли для оптимальной последовательности отработки участков [2, с.104].

Поскольку запасы месторождения Лазо относятся к категории C1, то перспективна их доразведка методами эксплуатационной разведки.

**Оптимизация структур комплексной механизации**

Крупные месторождения, как правило, разрабатываются несколькими системами, а иногда, и способами разработки. Есть основная система разработки и вспомогательные, позволяющие обрабатывать участки со специфическими горнотехническими условиями. Так и на Лазо необходимо использовать несколько комплексов горнотранспортного оборудования и несколько способов разработки. Основная технология – открытый раздельный бестранспортный

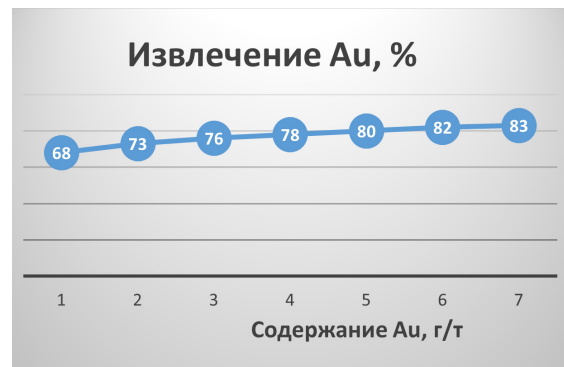


Рис. 4.  
Зависимость извлечения золота от содержания.

способ. Также транспортный способ и дражная разработка обводненных участков, пораженных старыми подземными работами (техногенные участки – до 40% по площади).

Комплексы горнотранспортного оборудования, которые могут быть рассмотрены к использованию на месторождении Лазо, приведены в **табл.2**. Задачи оптимизации – определить эффективные области (участки) их применения на месторождении.

#### Оптимизация обогащения

Необходимо добиться, чтобы обогатительное оборудование соответствовало условиям эксплуатации. В противном случае потери могут достигать 40-50% [1].

Сквозное извлечение при обогащении зависит от следующих факторов [3]:

- минералогического состава (неизбежные потери – до 70-80% общих потерь);
- организации горных работ и способов добычи (неритмичности поступления песков на промывочный прибор, резких колебаний состава песков, содержания золота в песках (**рис.4**), разубоживания песков вмещающими породами и др.);
- несовершенство принятого режима, несоответствие технологической схемы и оборудования вещественному составу песков, и механические потери (переливы, смывы);
- нарушения технологической дисциплины.

В целом, оптимизация технологии промывки дает прямое увеличение добычи золота.

#### Оптимизация календарного плана

После оптимизации этапов разработки месторождения должна осуществляться оптимизация календарного плана, который, в первую очередь, определяет объемы добычи песков и золота по годам.

Оптимальная продолжительность работы прииска (Т, лет) может быть определена по эмпирической формуле Тэйлора:

$$T=0,2Q^{0,25}$$


где Q – эксплуатационные запасы песков в тоннах.

Оптимальная годовая производительность предприятия определится как частное от деления запасов песков Q на Т.

Этот аналитический метод, безусловно, является приблизительным. Однако он основан на статистических данных по большому числу действующих рентабельных горнодобывающих предприятий.

#### Выводы

1. Эффективная и рентабельная промышленная эксплуатация крупной золотоносной россыпи Лазо невозможна без разработки программы, предусматривающей оптимизацию порядка отработки месторождения, параметров карьера, структур комплексной механизации, обогащения, календарного плана.

2. Для реализации этой программы необходимо использовать существующий отечественный и зарубежный опыт, а также специализированные компьютерные программы Альт-Инвест, Datamine, Micromine и др. 

#### Литература

- 1.Кавчик, Б.К. О повышении эффективности россыпной золотодобычи /Б.К.Кавчик, В.Г. Пятаков // Минеральные ресурсы. - 2010. - № 3. - С.34-42.
- 2.Капутин Ю.Е. Информационные технологии и экономическая оценка горных проектов (для горных инженеров) /Ю.Е.Капутин// - СПб.: - Недра. - 2008. - С.396.
- 3.Технологические аспекты рационального недропользования: роль технол. оценки в развитии и упр. минер.-сырьевой базой страны / [Т. В. Башлыкова и др.]; под науч. ред. Ю. С. Карабасова. - Москва: МИСИС, 2005. - 575 с.

UDC 622.271.1

**M.A. Sokolov**, Director of LLC «Omega», maxsokolov84@mail.ru

## OPTIMIZATION DIRECTIONS IN THE DEVELOPMENT OF LARGE ALLUVIAL GOLD DEPOSITS (ON THE EXAMPLE OF THE LAZO DEPOSIT)

**Abstract:** Large alluvial gold deposits are characterized by greater variability in geological and mining conditions. Using the Lazo alluvial deposit as an example, it has been shown that efficient and cost-effective commercial exploitation of a large placer is impossible without the development of a program that provides for the optimization of the deposit mining procedure, open pit parameters, integrated mechanization structures, enrichment, and schedule. To implement this program, it is necessary to use existing domestic and foreign experience, as well as specialized computer programs Alt-Invest, Datamine, Micromine, etc.

**Keywords:** alluvial gold deposit, geological and mining conditions, stripping, sand mining, bulldozers, loaders, washing device, optimization program.