

ОСВОЕНИЕ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

И.А. Краденых

Институт горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск

Выполнено научное обоснование, анализ и технолого-экономическая оценка способов освоения глубоких россыпных месторождений различных геолого-промышленных типов Хабаровского края. При этом использован и усовершенствован современный энергетический принцип оценки технологических процессов. Выведенные зависимости позволяют прогнозировать рентабельность освоения ресурсов россыпного золота глубоких россыпей, совершенствовать технологии и технологические процессы с учетом рисков в горном производстве.

Ключевые слова: золото, россыпные месторождения, глубокие россыпи, технология, Хабаровский край.

Золотодобывающая промышленность России традиционно занимает важное место в экономике и является одной из базовых отраслей, формирующих промышленный потенциал страны.

В настоящее время наиболее значительная часть запасов россыпных месторождений золота на территории Дальнего Востока сосредоточена в недрах глубокозалегающих и древних погребенных россыпей. Прогнозные ресурсы золота данных россыпей в Хабаровском крае оцениваются в 285 тонн, из них 198 т (70 %) размещены в центральной и южной зонах края, наиболее благоприятных по горно-геологическим условиям (отсутствие мерзлоты, близость к освоенным территориям и т.д.).

Степень освоения глубокозалегающих россыпей недостаточна, однако интерес к ним дальневосточных недропользователей довольно высок. Разнообразие условий залегания россыпей и вещественных характеристик пород и ценных компонентов определяют применение способов их разработки, резко отличающихся от традиционных технологий при освоении мелкозалегающих россыпных месторождений.

Характерным для большинства глубокозалегающих месторождений является высокая трудоемкость их разработки. Сложность горных работ заключается в необходимости переработки значительных объемов горной массы и решения вопроса дезинтеграции глинистых песков и извлечения золота, как правило, мелких классов.

Россыпные месторождения золота характеризуются многообразием природно-географических и горно-геологических условий разработки. Для оценки технико-экономических показателей их освоения необходимы данные о промышленных запасах и мощности песков и торфов, гранулометрическом составе продуктивной горной массы, содержании в ней глинистых фракций и ряде других. Оценка и сравнение эффективности освоения месторождений по большому числу показателей затруднительна. В качестве интегрального показателя, характеризующего эффективность разработки месторождения, в зависимости от условий его залегания и строения, принята величина удельного расхода топлива.

Учитывая перспективность прироста запасов и освоения россыпей глубокого залегания, нами на основе расчетных методов, хронометражных наблюдений и фактических показателей отработки объектов старательской добычи выполнен технико-экономический анализ применяемых технологических процессов и дана оценка их энергоемкости.

Для сравнительных расчетов за базовые россыпные месторождения приняты мелкозалегающие россыпи р.р. Таймень и Белая, расположенные в промежуточной климатической зоне Хабаровского края с очаговой многолетней и сезонной мерзлотой.

Технологические, энергетические и экономические данные разработки россыпей р.р. Таймень и Белая сравнивались с показателями освоения глубоких россыпей, расположенных в различных климати-

ческих условиях: россыпи р.р. Курун-Урях, Гайфон (с/а “Прибрежная”) и руч. Н.Соболиный, Ольгин (ОАО “ДВ-ресурсы”).

Охарактеризуем горно-геологические особенности этих месторождений и применяемые технологии.

Россыпи р.р. Таймень и Белая расположены на территории Аяно-Майского района Хабаровского края и являются мелкозалегающими, простого строения, с хорошей промывистостью песков, содержащих среднее и крупное золото. Применяемый способ разработки – традиционный бульдозерно-гидравлический. Вскрыша торфов и рыхление мерзлых пород осуществляются, в основном, мощными бульдозерами Д-355, а подача песков на промывку и удаление хвостов – бульдозерами Т-130 и Т-170. Продолжительность промывочного сезона 130 суток.

Россыпь р. Курун-Урях по генезису и геоморфологическим особенностям относится к аллювиальным и приурочена к пойменной части долины и террасам первого-второго порядка. На месторождении из-за сложных горно-геологических условий производится частичная вскрыша торфов по транспортной схеме автосамосвалами КраЗ с применением погрузчиков L-34, а также вскрыша торфов бульдозером с пропуском горной массы через промприбор. Разработка песков производится веерным способом бульдозерами Т-170 и, частично, бульдозерами Т-500 с проходкой опережающих дренажных канав.

Глубокозалегающая россыпь р. Гайфон приурочена к долине одноименного ручья. Добычные работы ведутся открытым раздельным способом с применением мощных землесосных установок австралийской фирмы “Warman” – 18/16. Обогащение песков осуществляется с использованием промывочных приборов ПГШ-II-50 со шлюзами глубокого и мелкого наполнения, суточная производительность прибора – до 3500 м³/сутки.

Погребенная россыпь руч. Нижний Соболиный.

Основным способом отработки россыпи руч. Соболиный является раздельный бульдозерно-гидравлический способ с транспортировкой песков и

части торфов автомобильным транспортом. Промывка песков осуществляется на промывочном приборе ПГШ-II-50 со встроенными шлюзами мелкого наполнения (ШМН).

Россыпь руч. Ольгин – погребенная, глубокозалегающая, аллювиальная. Учитывая суровые природно-климатические и сложные горно-геологические условия месторождения, отработка промышленных запасов производится комбинированным экскаваторно-автотранспортным и бульдозерным способами: вскрыша – бульдозерами до 12 метров и экскаваторно-автотранспортным способом (ниже 12 метров) с внешним отвалообразованием на оба борта россыпи. Доставка песков на промывочный прибор ПГШ-II-50 также осуществляется автотранспортом с расстоянием транспортировки по выездной траншее до 600 м.

Технологическая схема разрабатываемой россыпи руч. Ольгин показана на рисунке 1.

Режим работы – сезонный, двухсменный, количество рабочих дней в году – 230, промывочный сезон – 160 суток.

На рисунке 2 обозначены удельные веса видов горных работ. Из диаграммы видно, что в трех рассматриваемых месторождениях (р. Таймень, руч. Соболиный, руч. Ольгин) вскрыша торфов занимает от 50 и более процентов общего объема. Увеличение данных работ влияет на такие технико-экономические показатели, как расход топлива и себестоимость добычи золота.

Показатель удельной энергоемкости сочетает в себе натуральное и экономическое (стоимостное) содержание. Важной особенностью этого критерия оптимизации является его однозначная связь со стоимостными затратами. Минимум себестоимости соответствует минимуму затрат. Это делает энергетический критерий особенно удобным для использования в решении задач контроля эффективности процессов, их оптимизации, управления и планирования. На основании анализа расчетных значений технико-экономических показателей установлена зависимость:

$$C_d = f(\varepsilon),$$



Рис. 1. Схема экскаваторно-транспортной технологии разработки россыпи руч. Ольгин с промывкой песков на ПГШ-II-50.

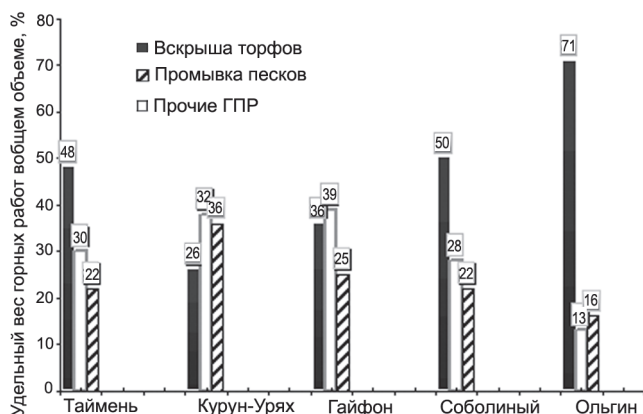


Рис. 2. Удельный вес видов горных работ.

где C_d – себестоимость добычи золота, руб./г; Ξ – удельный расход топлива на добычу 1 грамма металла, кг/г.

При оценке вариантов технологий расход топлива для принятого оборудования рассчитывали, используя нормативные материалы [3], а затраты времени T_i на выполнение соответствующего вида работ для полной отработки месторождения рассчитывали по формуле:

$$T_i = V_i / Q_i,$$

где V_i – объем i -го вида работ; Q_i – часовая производительность машин на i -ом виде работ.

В расчетах учитывались такие параметры, как размеры месторождения, мощности вскрышных пород и песков. Производительность горного оборудования принимали, используя нормы выработки [4] с учетом расстояний перемещения пород.

В таблице 1 представлены исходные данные для расчета энергозатрат на отработку рассматриваемых месторождений.

Горно-подготовительные работы связаны с подготовкой территории земельного отвода, планировкой поверхности, проходкой нагорной и водоотводной канав, сооружением водоотстойника, временных дорог и трасс. Рекультивационные работы направлены на восстановление нарушенных земель. Они включают планировку нарушенной поверхности горного отвода, уборку отвалов с бортов в разрез, засыпку канав и нанесение на выровненную поверхность плодородного слоя.

Основные технологические показатели разработки глубокозалегающих месторождений Хабаровского края представлены в таблицах 1, 2.

Для расчета себестоимости добычи на выбранных золотороссыпных объектах вычислялись промышленные запасы, устанавливалась продолжительность промывочного сезона и годовая производительность оборудования. Исходя из установленного количества оборудования, определялся расход топлива, стоимость вспомогательных материалов, амортизации, устанавливалась численность работающих и фонд оплаты труда с начислениями на социальное страхование. В соответствии с действующей налоговой системой были рассчитаны налоги и платежи. Результаты представлены в таблице 3.

Линейный вид зависимости себестоимости добычи золота от удельного расхода топлива (рис 3.) подтверждает правомерность принятого критерия оценки рентабельности разработки россыпных месторождений.

Таблица 1. Исходные данные по переделам горных работ на разработке сравниваемых россыпей.

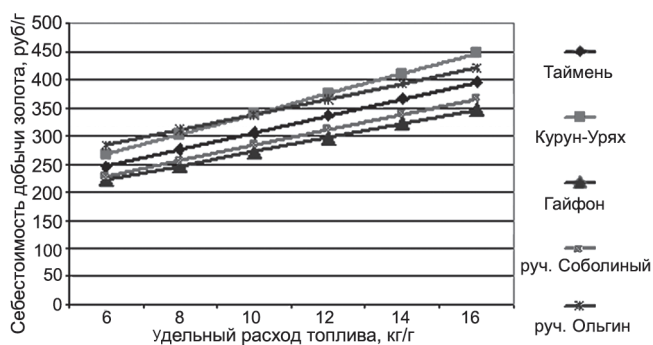
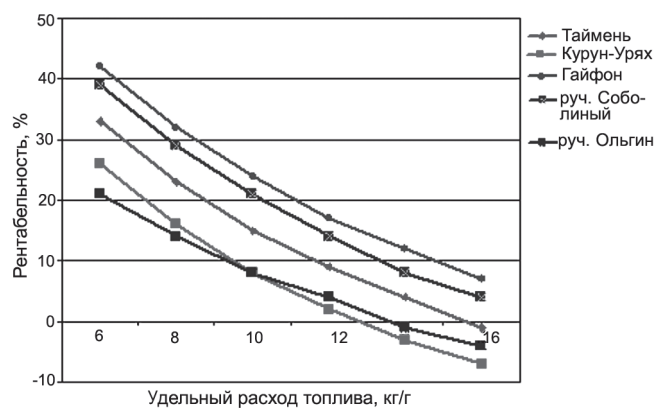
Наименование переделов горных работ	Единицы измерения	Наименование россыпных месторождений					Итого
		Мелкозалегающая россыпь (аналог) р.р. Таймень, Белая	Глубокозалегающие и погребенные россыпи				
			р. Курун-Урях	р. Гайфон	руч. Н. Соболиный	руч. Ольгин	
Вскрыша торфов	тыс. м ³	847,0	816,0	604,0	680,0	1920,5	–
Промывка песков	тыс. м ³	338,0	608,0	356,0	104,0	126,0	1194,0
Мощность торфов	м	4,4	23,0	18,0	17,1	25,3	–
Мощность пласта	м	1,0	4,0	1,5	2,3	1,6	–
Доставка песков	тыс. м ³	–	98,0	–	94,0	70,0	–
Окучивание песков	тыс. м ³	–	42,0	51,0	94,0	70,0	–
Уборка хвостов	тыс. м ³	195,5	415,0	253,0	75,0	86,0	829,0
Прочие ГПР	тыс. м ³	107,0	84,0	128,0	21,0	57,5	290,5
Мехрыхление	тыс. м ³	277,0	635,0	195,0	153,5	103,0	1086,5
Рекультивация	тыс. м ³	–	248,0	90,0	125,0	213,0	676,0
Очистка площади от леса	га	2,9	150,0	23,0	–	68,9	–
Всего по месторождению	тыс. м³	1767,4	3096,0	1700,0	1346,4	2714,9	–

Таблица 2. Основные технологические показатели разработки глубокозалегающих месторождений россыпного золота Хабаровского края.

Наименование показателей	Единицы измерения	Наименование россыпных месторождений					
		Мелкозалегающая россыпь (аналог)	Глубокозалегающие и погребенные россыпи				
			р. Таймень, Белая	р. Курун-Урях	р. Гайфон	руч. Н.Соболиный	руч. Ольгин
Добыча металла	%	100	138	130	163	175	–
Среднее содержание золота	%	100	156	124	533	470	–
Затраты машинного времени	маш.ч	42965	76635	51550	73567	124668	369385
Общий расход топлива	тонн	1543,3	2026,0	1966,2	2423,4	2110,9	8526,5
Расход топлива на 1 м ³ промывки песков	кг/м ³	4,56	6,75	5,52	23,30	16,75	–
Удельная энергоёмкость промывки 1 м ³	кВт·ч	18,2	27,0	22,1	93,2	67,0	–
Удельный расход топлива на 1 г золота	кг/г	8,16	7,7	8,0	7,82	6,4	–
Удельная энергоёмкость добычи 1 г золота	кВт·ч	32,6	30,8	32,0	31,4	25,6	–

Таблица 3. Расчетные финансовые показатели разработки мелко - и глубокозалегающих россыпных месторождений.

Наименование затрат и показателей	Единицы измерения	Мелкозалегающие россыпи	Глубокие россыпные месторождения			
			р.Таймень, Белая	р. Курун-Урях	руч.Гайфон	руч. Соболиный
Полная себестоимость	%	100	148	115,5	149	181
Товарная продукция	%	100	138	130	163	175
Налоговые отчисления	%	100	112,6	166	199	159
Чистая прибыль	%	100	112,6	166	199	159
Рентабельность	%	22	17	32	30	20

**Рис. 3.** График зависимости себестоимости золота от удельного расхода топлива на его добычу.**Рис. 4.** График зависимости уровня рентабельности от удельного расхода топлива.

Отработка россыпных месторождений с уровнем рентабельности от 10 процентов и ниже считается неэффективной. Диаграмма, представленная на рисунке 4, позволяет определить предельно допустимый показатель удельного расхода топлива, при котором будет обеспечен достаточный процент рентабельности. Так, например, рентабельность будет достаточной (выше 10 %) во всех рассматриваемых вариантах при расходе топлива не более 8 кг/г.

Превышение удельного расхода топлива на два килограмма сделает освоение месторождений руч. Ольгин и р. Курун-Урях нерентабельным, а расход топлива около 12 кг/г будет убыточен для всех рассматриваемых россыпей, кроме р. Гайфон. Таким образом, расчет показателя удельного расхода топлива позволяет прогнозировать эффективность применения технологий освоения россыпных месторождений.

Из анализа приведенных результатов следует, что показатели рентабельности разработки глубокозалегающих россыпных месторождений (от 17 до 32 %) не уступают уровню эффективности разработки мелкозалегающих россыпей – аналогов р.р. Таймень и Белая (22 %).

Однако удельный расход топлива на вскрышу и промывку песков глубоких россыпей превышает аналоговые показатели. Из таблицы 2 и 3 видно, что общий расход топлива на освоении глубоких россыпных месторождений составил 8526,5 тонн., при этом промыто 1194 тыс. м³ песков, т.е. на 1 м³ приходится 7,14 кг/м³, в то же время, для мелкозалегающей россыпи удельная энергоёмкость составила 4,56 кг/м³, то есть в полтора раза ниже.

Причина высокой энергоёмкости отработки глубокозалегающих россыпей заключается, во-первых, в высоком коэффициенте вскрыши (от 6 до 15,8) глубокозалегающих объектов и, во-вторых, в большом количестве применяемого горного оборудования.

В то же время, из данных таблицы 3 следует, что удельная энергоёмкость добычи 1 грамма золота (в кВт·ч) сравниваемых месторождений различаются незначительно – от 25,6 до 32,6 кВт·ч., причем наи-

меньшее значение – на разработке глубокой россыпи руч. Ольгин.

Таким образом, рентабельная разработка глубоких россыпных месторождений основана на высоком среднем содержании ценного компонента, что обеспечивает значительный уровень добычи металла и окупаемость затрат. Наибольшая рентабельность разработки россыпи р. Гайфон (32 %) объясняется использованием высокопроизводительного землесосного оборудования и мощной землеройной техники, а также минимальным объемом механического рыхления.

ВЫВОДЫ

1. Глубокозалегающие россыпные месторождения Хабаровского края представлены в основном продуктивными пластами, залегающими на глубине до 50 м, с высоким содержанием глины (до 50 %), мелкого и тонкого золота (до 40 %) и значительной обводненностью запасов, чем обусловлена необходимость разработки нетрадиционных технологий для их освоения.

2. Единый подход на основе показателя удельной энергоёмкости позволяет оценить эффективность освоения россыпей и провести анализ существующих технологических схем с целью определения перспективного направления разработки россыпных месторождений.

3. Обоснованы факторы, влияющие на эффективное применение ресурсосберегающих технологий при разработке глубокозалегающих россыпей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тангаев И.А. Энергоёмкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. М.: Недра, 1986. С. 133–138.
2. Косолапов А.И., Михайлов А.Г., Зубарев В.В. Оценка относительной трудности разработки россыпных месторождений золота // Открытые горные работы. 2001. №1. С. 26–29.
3. Сборник норм расхода материальных ресурсов. Магадан: МЦМ СССР, 1983. 488 с.
4. Единые нормы выработки на разработку россыпных месторождений открытым способом. Магадан, 1991. 198 с.

Поступила в редакцию 7 марта 2006 г.

Рекомендована к печати В.Ю. Мамаевым

I.A. Kradenykh

Exploration of deep placer deposits of the Khabarovsk Territory based on energy-saving technologies

The grounds for, the analysis and feasibility of the ways of exploration of deep placer deposits of different geological-commercial types in the Khabarovsk Territory are offered. The modern energy principle of assessment of technological processes was used and modified. The derived dependencies allow prediction of profitability of deep gold placer resources and technological development, mining risks considered.

Key words: gold, placer deposits, deep placers, technology, Khabarovsk Territory.