



Бянкин М.А.
 гл. геолог ООО «Омега»
 maxbyanich@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РОССЫПЕЙ С «ТОНКИМ» ЗОЛОТОМ

Истощение сырьевой базы россыпей, снижение содержания и крупности золота в песках, большой выход «тонкого» золота, которое не улавливается гравитационными обогатительными установками, резкое снижение экономических показателей из-за роста глубины разработки, диктует необходимость поиска новых эффективных решений. Одним из таких решений может стать применение физико-химических геотехнологий (кучного выщелачивания) для извлечения «тонкого» золота из хвостов обогащения (эфелей). Планируется провести отбор представительных технологических проб из эфельных отвалов и проведение стендовых испытаний в ИГД ДВО РАН. При положительных результатах испытаний технология кучного выщелачивания золота может быть внедрена на россыпных объектах ООО «Омега».

Ключевые слова: россыпное месторождение золота, предельная глубина разработки, коэффициент вскрыши, технико-экономические показатели, кучное выщелачивание.

Истощение сырьевой базы россыпей, снижение содержания и крупности золота в песках, большой выход «тонкого» золота, которое не улавливается гравитационными обогатительными установками, резкое снижение экономических показателей из-за роста глубины разработки, диктует необходимость поиска новых эффективных решений.

С глубиной разработки увеличивается коэффициент вскрыши и снижаются технико-экономические показатели. Для бульдозерного способа разработки предельная глубина по экономической эффективности составляет 3-5 (редко 7) м. При глубине разработки больше предельной необходимо переходить на транспортную схему с использованием гидравлических экскаваторов, одноковшовых погрузчиков и автосамосвалов.

Золотоносная россыпь Б. Делегенях – Неверный, которую разрабатывает ООО «Омега», как раз является такой характерной глубокозалегающей россыпью. По отдельным геологическим разрезам мощность аллювиальных отложений достигает 20-30 м. Мощность торфов (Нт) доходит до 17-20 м, в отдельных местах до 28 м. Мощность песков (Нп) от 1,1 м до 3,1 м (в среднем 2,25 м). Ранее из-за большой глубины россыпь разрабатывалась подземными работами. Однако, в 2021 г. запасы были переведены для открытой добычи и утверждены новые кондиции.

В настоящее время горные работы ведутся на глубине 19 м. Подготовка вскрышных пород к выемке в основной массе производится по естественной оттайке мерзлых пород за счет воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков.

Вскрышные работы производятся по комбинированной схеме с окучиванием торфов на блоках в борты бульдозерами (Caterpillar – D-10T и D-11T, Komatsu – D375A) для последующей погрузки в самосвалы (Белаз-7547) фронтальными погрузчиками (Komatsu – WA600-6) либо экскаваторами (Komatsu – PC-800-8EO). Подготовлен-

ные торфа транспортируются во внутренние и внешние отвалы.

Добычные работы осуществляются с использованием бульдозеров Caterpillar-D-10T и D-11T, Komatsu-D375A (рыхление, окучивание) и комплекса Komatsu – WA600-6 или Komatsu – PC-800-8EO+Белаз-7547. Самосвалы транспортируют пески до промкомплексов и складировать пески во временный навал, из которого погрузчиком Komatsu WA-470 производится подача песков в приемный бункер прибора.

На промывке используются приборы ГИТ 52. Ситовой анализ золота приведен на **рис.1**.

Чтобы эффективно обработать запасы данной россыпи, необходимо искать пути увеличения предельной глубины разработки по экономическим показателям.

Результаты исследований и производственный опыт, показывают, что «простым увеличением единичной мощности циклического горнотранспортного оборудования (бульдозерно-рыхлительных агрегатов, одноковшовых погрузчиков, карьерных и шагающих экскаваторов, автосамосвалов) не решить задачу снижения себестоимости 1 м³ вскрыши и этим обеспечить вовлечение глубокозалегающих россыпей в активную обработку» [1, с.1].

В работе [1] для решения данной проблемы предложена циклично-поточная технология (ЦПТ) на основе использования бульдозерно-рыхлительных агрегатов совместно с погрузочным оборудованием непрерывного действия и самоходным конвейерным оборудованием. При применении данной ЦПТ верхний слой торфов, мощностью до пяти метров вскрывается бульдозерами с отвалообразованием на борту россыпи. При ширине россыпи от 150 м (Нт=21 м) до 85 м (Нт=25 м) бульдозерные отвалы формируются на одном борту. При ширине россыпи от 300 м (Нт = 21 м) до 170 м (Нт=25 м) – на двух бортах. Выемка нижних слоев торфов, от пяти до двадцати пяти метров, производится

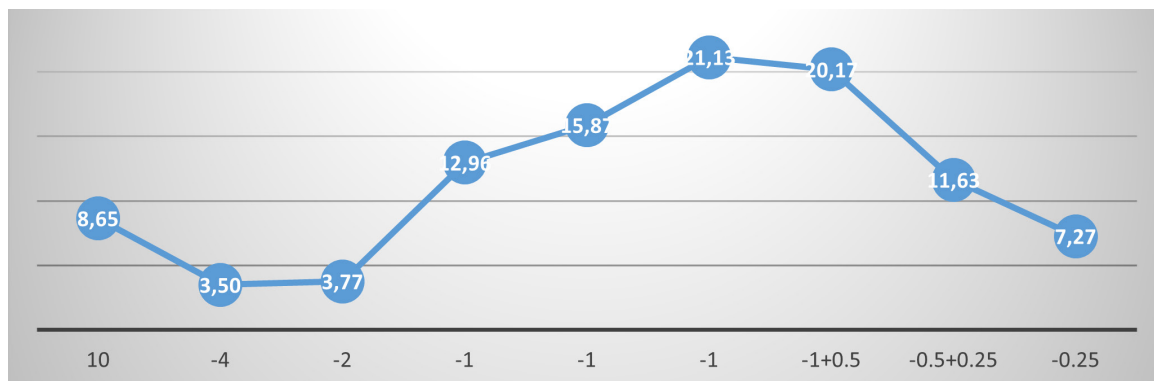


Рис. 1. Ситовой состав золота уч.№1 Б.Делегенях- Неверный

Таблица 1.

Исходные данные для расчета NPV

№№	Наименование	Количество
1	Производственная себестоимость 1 м ³ вскрышных пород, руб	182
2	Производственная себестоимость добычи 1 м ³ песков, руб.	217
3	Производственная себестоимость промывки 1 м ³ песков, руб.	97
4	Мощность песков, м	1,1
5	Содержание золота ХЧ в 1 м ³ песков, грамм.	0,527
6	Процент общехозяйственных расходов от производственной себестоимости, %	12,4
7	НДПИ,%	6
8	Прочие налоги и платежи от выручки,%	45,43
9	Цена на золото, руб./г	4543

Таблица 2.

Зависимость NPV от коэффициента вскрыши

NPV – оптимизация глубины разработки				
Квск	Транспортный способ (базовый вариант)	NPV, тыс.руб.		
		Транспортный способ +кучное выщелачивание		
		Содержание «тонкого» золота, %		
		10	30	50
1	2351227	2 524 529	3 147 076	3 769 623
2	2 072 118	2 245 420	2 867 967	3 490 514
3	1 793 009	1 966 311	2 588 858	3 211 405
4	1 513 900	1 687 203	2 309 750	2 932 297
5	1 234 792	1 408 094	2 030 641	2 653 188
6	955 683	1 128 985	1 751 532	2 374 079
7	676 574	849 876	1 472 423	2 094 970
8	397 465	570 768	1 193 315	1 815 862
9	118 357	291 639	914 206	1 536 753
10	-160 752	12 550	635 097	1 257 644
11	-439 861	-266 559	355 988	978 535
12	-718 969	-545 667	76 880	699 427
13	-998 078	-824 776	-202 229	420 318
14	-1 277 187	-1 103 885	-481 338	141 209
15	-1 556 296	-1 382 994	-760 446	-137 899

с применением предлагаемой циклично-поточной технологии [1, с.25].

ЦПТ позволяет обеспечить поточность технологических процессов на перегрузке, транспортировании и отвалообразовании. Снижается себестоимость 1 м³ вскрыши и увеличиваются объемы переработки горной массы. Эффективная область применения данной технологии – золотоносные россыпи с глубиной разработки от 21 до 25 м [1, с.27], что соответствует условиям россыпи Б.Делегенях-Неверный. Однако, проблемой внедрения данной ЦПТ на объектах ООО «Омега» является отсутствие централизованного электроснабжения (ЛЭП) и 100% использование дизель-генераторов.

Определенной альтернативой может стать применение физико-химических геотехнологий (кучного выщелачивания) для извлечения «тонкого» золота из хвостов обогащения (эфелей). По мнению многих исследователей этого золота

очень много в россыпях, но оно не извлекается гравитационными методами и не фиксируется лотковым опробованием при ГРП [2]. Технология кучного выщелачивания золота с успехом применяется на рудных месторождениях. На рудных месторождениях золота кучное выщелачивание даже в суровых северных условиях показало себя значительно эффективней традиционного способа с обогатительной фабрикой. В России лидерами этого направления являются горнодобывающие компании «Нерюнгри-Металлик» (Таборное, Гросс) и Селигдар (Самозавское, Нижнеякокитское, Лунное). На россыпях эти методы пока не получили широкого распространения, в то время, как на руде – это наиболее прогрессивный тренд. На россыпях известны отдельные опытно-промышленные испытания, проведенные группой докт.техн.наук А.Г. Секисова (галеэфельный отвал р. Кручина Забайкальский край) [3].

Есть два неблагоприятных фактора, которые до последнего времени тормозили эффективное внедрение этой передовой технологии на золотосыпных россыпях.

Во-первых, низкие содержания золота (0,6-0,8 г/м³ или 0,2-0,25 г/т). На руде раньше работали на содержаниях выше 1г/т. Однако, в последнее время кондиции для кучного выщелачивания на рудном золоте были пересмотрены в направлении значительного снижения (до 0, 2 г/т). А это сразу позволило поставить вопрос о возможности эффективного применения кучного выщелачивания на россыпях. Поэтому достижение экономической эффективности новой технологии при разработке россыпей, особенно на действующих золотодобывающих предприятиях, к которым относится ООО «Омега», становится весьма вероятной.

Во-вторых, необходимо проведение специальных исследований, чтобы установить наличие «мелкого» золота в россыпях, которое не улавливается гравитационными способами, но может быть эффективно извлечено физико-химическими геотехнологиями (кучным выщелачиванием). ООО «Омега» планирует в 2023-2024 г. проведе-

ние таких исследований. Планируется провести отбор представительных технологических проб из эфельных отвалов и проведение стендовых испытаний в ИГД ДВО РАН. Предполагается отобрать до 30 проб по 100 кг каждая. Все пробы, поставляемые на исследования, будут представлять из себя отмытый ранее материал (хвосты) от приборов ГИТ 52 и МПД – 4.

При положительных результатах испытаний технология кучного выщелачивания золота может быть внедрена на россыпных объектах ООО «Омега».

Предварительные технико-экономические расчеты возможного внедрения кучного выщелачивания на глубокозалегающей россыпи Б.Делегенных приведены в **табл.1-2**.

Анализ результатов расчетов показывает, что при наличии «тонкого» золота в объеме от 10 до 50% граничный коэффициент вскрыши увеличивается с 9 до 14. Соответственно, предельная глубина разработки увеличивается с 10 до 15,4 м при мощности пласта песков 1,1 м и с 18 до 28 м – при 2 м. Это позволит с применением существующей технологии эффективно обрабатывать наиболее проблемные участки месторождения. **xxi**

Литература

1. Михайленко, Г. Г. Обоснование циклично-поточной технологии разработки глубокозалегающих многолетнемерзлых россыпных месторождений Северо-Востока России: специальность 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая, строительная)»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук /Михайленко Григорий Григорьевич; ГОУ ВПО Северный международный университет, Институт горного дела ДВО РАН. – Хабаровск, 2007. – 30 с.
2. Неронский Г.И., Бородавкин С.И. Масштабы россыпей с мелким и тонким золотом и перспективы их освоения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 54. С. 518-529.
3. Секисов А. Г., Зыков Н. В., Королев В. С. Дисперсное золото: геологический и технологический аспекты – М: Горная книга, 2012 – 224 с.

UDC 622.271.1

M.A. Byankin, chief geologist of Omega LLC, maxbyanich@gmail.com

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DEVELOPMENT OF DEEP-SEATED PLACERS WITH «THIN» GOLD

Abstract: The depletion of the placer resource base, the decrease in the content and fineness of gold in the sands, the large yield of «thin» gold that is not captured by gravity enrichment plants, a sharp decline in economic indicators due to an increase in the depth of development, dictates the need to find new effective solutions. One of such solutions may be the use of physical and chemical geotechnologies (heap leaching) to extract «thin» gold from enrichment tailings (epels). It is planned to take representative technological samples from ephel dumps and conduct bench tests at the Institute of Mining, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences. If the test results are positive, the gold heap leaching technology can be introduced at Omega placer sites.

Keywords: alluvial gold deposit, limiting depth of development, stripping ratio, technical and economic indicators, heap leaching.