

УДК 622.271

Ю.А. Мамаев, Н.П. Хрунина

ОСНОВНЫЕ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ПЕСКОВ РОССЫПЕЙ ПРИАМУРЬЯ

На основе многофакторного анализа выделены объекты золотороссыпных месторождений Приамурья, включение в эксплуатацию которых сдерживается недостаточным уровнем техники и технологии добычи из-за высокого содержания мелкого и весьма мелкого золота и повышенной глинистости золотосодержащего пласта песков.

Ключевые слова: мелкое золото, глинистость, плотность песков, волновое сопротивление.

В настоящее время в Дальневосточном регионе вовлекаются в эксплуатацию новые типы россыпей, ранее не относившиеся к промышленным объектам по содержанию ценных компонентов. Значительное количество разведанных в Приамурье россыпей характеризуется мелким золотом и повышенным содержанием глинистых фракций. Анализ показал, что многие из россыпей могут быть отнесены к сложным по переработке из-за значительного объема мелкого золота (фракции менее 0,5 мм составляют более 90 %, а размер золотин менее 0,1 мм - до 26 %). Понижение содержания ценного компонента в горной массе, преобладание мелкого золота и высокая глинистость требуют снижения затрат на выемку и разупрочнение, т.е. создание новых технологий, решающих комплексно поставленные задачи. Согласно данным геологических исследований и анализа эксплуатационных работ, золотосодержащие россыпи Дальнего Востока России содержат до 78,9 % глинистой фракции [1, 2]. Наиболее высоким содержанием глин из выделенных

20 объектов обладают месторождения реч. Нагима, Улунга и руч. Ерничного, Генриховского и Кутума (табл. 1-2). Ввиду стандартных и несовершенных технологий дражной и гидромеханизированной разработки золотосодержащих песков отмечаются значительные потери золота, особенно мелкого, тонкого и в сростках [3]. А сочетание таких характерных факторов, как высокая глинистость, мелкое и весьма мелкое золото, создает особые трудности.

Геологическое строение погребенной Нагиминской россыпи характеризуется локализацией в каньонообразной палеодолине протяженностью около 3 км, представленной пластами глин, щебнисто-галечных песков и песчано-глинистых галечников (рис. 1) [2]. Для отложений характерна высокая глинистость, присутствие большого количества выветрелой гальки и значительная (до 50-70 % объема) поразенность многолетней мерзлотой. В плане впадина имеет вид неправильного треугольника, а в поперечном разрезе – U – образную форму с резко асимметричными склонами.

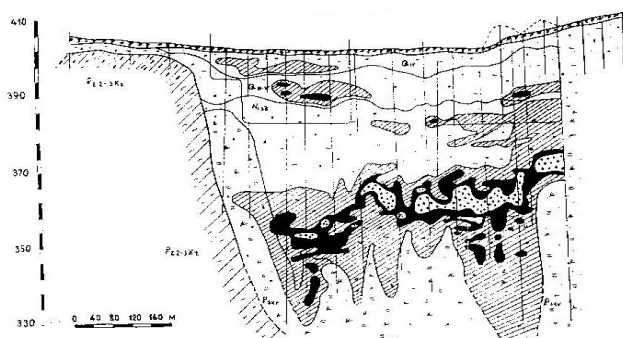


Рис. 1. Строение Нагиминской глубокозалегающей россыпи [4]

Литологический разрез впадины: плотно сцементированные суглинки охристо-коричневого цвета, с галькой и редким слабо окатанным щебнем; вязкие темно-серые глины, с галькой, прослоями бурых углей и крупными кусками обугленных стволов деревьев; светло-серые каолинизированные

пески с галькой и гравием.

Встречаются каолиновые глины белого, синеватого, темно-серого и желтоватого цветов; линзы ритмичного переслаивания маломощных прослоев красновато-коричневых и темно-серых глин.

Золотоносный пласт верхней части россыпи приурочен к средней и нижней частям разреза аллювиальных отложений – к гравийно-галечниковым пескам и песчанистым полимиктовым галечникам с обильной примесью глины. Золотоносный пласт нижней части россыпи приурочен к отложениям кивдинской

Таблица 1

Характеристика объектов россыпей Амурской области с повышенным содержанием глинистой фракции и высоким содержанием мелкого и весьма мелкого золота [2]

Месторождение, участок	Наличие глинистой составляющей в составе рыхлых отложений золотоносного пласта	Содержание весьма мелкого и мелкого золота, %
Верхний участок реки Большой Ольдой	Песок, глина, ил, галька, щебень	Высокое
Нижний участок реки Б. Ольдой	Пески, супеси, сцементированы глинистым материалом	88
Оля, нижнее течение реки Б. Ольдой	Каолинизированные и кварцполевошпатовые пески с глиной	80,6
река Малый Ягняный	Сцементированы песчано-глинистым материалом	91
Река Нагима	Ил, глина -30 – 60%	Высокое
Река Уркан		85,8
Тында-Бургулинское поле	Бурые, голубовато-серые и серые песчаные глины	Выс.
Река Синникан	Глина, ил -52%	54
Река Улунга	Пески, глины, илы -75%	98
Усть-Урканский узел	Каолинизированные кварцевые пески со светло-серой глиной и галькой	-
Река Тыгда		93,7
Река Уллучи	Глины, заболоченность, пески, гравий, галька	90,4

Таблица 2

Характеристика объектов россыпей Хабаровского края и Еврейской автономной области с повышенным содержанием глинистой фракции и высоким содержанием мелкого и весьма мелкого золота [1, 2]

Месторождение, участок	Наличие глинистой составляющей в составе рыхлых отложений золотоносного пласта	Содержание весьма мелкого и мелкого золота, %
Река Белая	Песок, глина -37%	63,9
Ручей Заманчивый	Щебень с глиной	Большое
Река Большой Кайгачан	Галька, почва, валуны, песок с глиной, щебень с глиной и песком	90
Река Малая Нивагли	Щебень с глиной и песком, валуны с песком и глиной	55,95
Ручей Малый Киткан	Глинистые сланцы	82
Ручей Северный	Глинистая составляющая 17%, пыль-25%	89,6
Ручей Ерничный	Песок, ил, глина – 78,9%	95
Ручей Генриховский	Тонкая фракция 76,4%	87,8
Ручей Кутума	На террасах большое количество глинистой фракции	100

Таблица 3

Гранулометрический состав рыхлых отложений Нагиминской россыпи [2]

Крупность отложений	Массовая доля, %
Валуны (более 200 мм)	1,5-2,5
Галька, щебень (более 100 мм)	10-20
Дресва – гравий (10-20 мм)	20-30
Песок (0,05-2,0 мм)	10-20
Глина, ил (менее 0,05 мм)	30-60

свиты, которая золотоносна на всю мощность. Россыпь реки Нагимы многопластовая, глубокозалегающая, сложного генезиса. В поперечном разрезе металл концентрируется в виде отдельных полос (струй), пластов и пропластков [2]. Гранулометрический состав рыхлых отложений Нагиминской россыпи представлен в табл. 3. Ситовая характеристика металла представлена в табл. 4 (по материалам ИГД ДВО РАН). Из табл. 4 видно, что большая часть золота представлена фракциями -1,0 +25 мм, что суммарно составляет 77 %. Отмечается, что основная доля золота содержится в продуктивной толще глинистого со-

става, поэтому извлечение его из песков характеризуется высокой трудоемкостью.

Для создания новых методов высвобождения мелкого золота из глинистых включений в лаборатории проблем разработки россыпных месторождений ИГД ДВО РАН в 2011 году продолжены исследования структурно- и физико-механических свойств высокоглинистых золотосодержащих песков месторождения р. Нагима. Исследуемые образцы представлены на рис. 2-3.

Спектрометрический анализ проводился с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра INNOV-X-50. В пробах преобладающими были

Таблица 4

Ситовый анализ золота Нагиминской россыпи [2]

Тип россыпи	Массовая доля золота, %, для фракции, мм					Итого
	-4,0+2,0	-2,0+1,0	-1,0+0,25	-0,25+0,1	- 0,1	
Мелкозалегающая россыпь	0,9	1,8	70,9	18,6	7,8	100
Глубокозалегающая россыпь	-	0,4	58,2	39,8	1,6	100
Извлекаемое золото (по кассе)	-	1,0	84,0	8,2	6,8	100
Извлекаемое золото из мелкозалегающей россыпи	-	-	77	21	2	100

соединения железа Fe (до 60 кг/т), титана Ti (до 9,8 кг/т), кальция Ca (до 2,6 кг/т), марганца Mn (до 542 г/т), бария Ba (до 351 г/т), циркония Zr (до 293 г/т), калия K (до 158 г/т), хрома Cr (до 158 г/т), рубидия Rb (до 130 г/т), стронция Sr (до 93 г/т), золота Au (менее 5 г/т). Пробы глин имеют близкий гранулометрический состав.

Доля материала с содержанием частиц размером менее 0,005 мм в песковой фракции варьирует от 46,6 (пробы Н2/1 и Н2/2) до 83,8 % (пробы Н1/1 и Н1/2). Присутствие железа Fe в большом количестве предполагает наличие окислов железа и кремния, которые дают прочные водостойкие связи. Все пробы можно отнести к высокопластичным.

Средняя плотность песков на первом участке доходит до $2,6 \cdot 10^3$ кг/м³, а на втором участке – до $2,36 \cdot 10^3$ кг/м³. Экспериментальным путем определена скорость ультразвука в образцах. Расчетным путем определено волновое сопротивление песков. Максимальное волновое сопротивление песков на первом участке $5,09 \cdot 10^6$ кг/(м²·с), на втором – $5,33 \cdot 10^6$ кг/(м²·с). Полученные данные позволяют сделать вывод, что на обоих участках месторождения Нагimy присутствуют зоны песков, которые будут весьма сложными для разу-

прочнения их глинистой составляющей известными методами, и значит, будут значительные потери золота.

Золотоносный слой месторождения ручья Ерничного приурочен к надплотиковому горизонту, где преобладают песчано-галечные отложения, щебень и глина. Максимальные концентрации золота наблюдаются в нижней части пласта и россыпи. Гранулометрический состав рыхлых отложений представлен в табл. 5, ситовый анализ – в табл. 6. Месторождение ручья Ерничного представлено 2 типами промышленных россыпей: пойменной и террасовой [2]. Золотороссыпное месторождение руч. Генриховского представляет две протяженные ленты, перекрывающие друг друга на 500 м в приустьевой части ручья. При этом одна лента целиком проходит по руч. Генриховскому, не доходя до устья, другая – прослеживается от левобережной террасы по пойме руч. Талагач.

В пределах отмеченного контура четко видны участки многоструйчатого строения. В поперечных сечениях пласт повторяет конфигурацию плотика с повышением концентрации металла в приплотиковой части. Россыпь располагается в надплотиковом горизонте с песком, дрсевой, щебнем и галькой.



а

б

в

Рис. 2. Исследуемые образцы Нагиминского месторождения, забой участка № 1:
а - общий вид образца; б - фрагмент одного из образцов; в – фрагмент поверхности образца (а)



а

б

в

Рис. 3. Исследуемый образец Нагиминского месторождения, забой участка № 2:
а, б - общий вид образца; в - фрагмент поверхности исследуемого образца

Таблица 5

Гранулометрический состав рыхлых отложений месторождения ручья Ерничного [2]

Размер фракций, мм	Щебень	Гравий, дресва	Песок, ил, глина
Состав, %	8,3	-	78,9

Таблица 6

Ситовый анализ золота месторождения ручья Ерничного [2]

Класс крупности	Очень мелкое	Мелкое	Среднее
Содержание, %	0,5	95	4,5

Пласт хорошо сформирован и выдержан по простирацию, тяготеет к центру долины с некоторым смещением к левому борту. Тонкая фракция - в нижней части россыпи, а галька, щебень - в верхней.

Месторождение руч. Кутума находится в Сутарском золотоносном районе, в зоне правобережного притока реч. Сутара. Длина россыпи - 4 км; средняя ширина - 62,1 м; мощность рыхлых отложений - 5,4 м; мощность торфов - 3,1 м; мощность песков - 2,3 м. Состав рыхлых отложений: почвенно-растительный слой - 0-0,3 м; торф с илом - 0,3-1,2 м; кварц-полевошпатовый песок мелко-среднезернистый с илом, редкими обломками гранитов, в низах прослой торфа и бурой глины (0,5-1,0 м) - 1,2-3,0 м; кварц-полевошпатовый песок грубозернистый с дресвой, щебнем и небольшим количеством гальки - 3-5 м [2]. Золотоносный горизонт месторождения руч. Кутума приурочен к нижнему надплотиковому слою кварц-полевошпатовых грубозернистых песков с дресвой, щебнем и не-

значительным присутствием гальки. Нижние части золотоносного пласта входят в разрушенные граниты. На террасах больше глинистой фракции, щебня, слабее окатанность обломков и слабее золотоносность.

Продолжение углубленного анализа структурно- и физико-механических свойств высокоглинистых золотосодержащих песков россыпей Приамурья позволит оценить степень их дезинтегрируемости и создать принципиально новые способы добычи и переработки, основанные на нетрадиционных методах преобразования первичной энергии в энергию механических колебаний, в том числе формированием ударных волн импульсными электрическими разрядами в воде, аэрогидродинамическими воздействиями сжатым воздухом, совершенствованием систем, создающих длительный кавитационный эффект. Это позволит значительно снизить потери ценных компонентов и экологическую нагрузку на природную среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мамаев, Ю.А.* Перспективы освоения глинистых россыпей Приамурья / Ю.А. Мамаев, Н.П. Хрунина // Горный инфор-

мационно-аналитический бюллетень. - 2009. - ОВ 5. - С. 47-57.

2. *Сорокин, А.П.* Атлас основных золотороссыпных месторождений юга Дальне-

го Востока и их горно-геологические модели / А.П. Сорокин, А.П. Ван-Ван-Е, В.Д. Глотов и др. – Владивосток, Благовещенск, Хабаровск: ДВО РАН, 2000. – 334 с.

3. *Мамаев Ю.А.* Проблемы рационального освоения золотороссыпных месторождений Дальнего Востока (геология, добыча, переработка) / Ю.А. Мамаев, А.П.

Ван-Ван-Е, А.П. Сорокин, В.С. Литвинцев, А.М. Пуляевский. - Владивосток: Дальнаука, 2002. - 200 с.

4. *Проект* горных работ при разработке россыпей золота бассейна реки Б. Бургали и реки М. Бургали на 1996–1999 годы. - Благовещенск: ГЗП «Геозол», 1996. **VIAS**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Мамаев Ю.А. – доктор технических наук, профессор,
Хрунина Наталья Петровна – научный сотрудник, кандидат технических наук,
e-mail: npetx@mail.ru,
Институт горного дела Дальневосточного отделения РАН (ИГД ДВО РАН).



UDC 622.271

BASIC OF GEOTECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS HIGH CLAY GOLD CONTAIN OF SANDS PLACERS OF PRIAMURIY

Mamaev U.A., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Khrunina N.P., Candidate of Engineering Sciences, Researcher, e-mail: npetx@mail.ru,
Mining Institute Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences.

On a theoretical footing of much factor analysis excreted objects of gold placers Priamuriy, inclusion in exploitation which restrained insufficient level of technician and technology mining from behind high content of small and much small of gold and high clay gold contain a layer of sands.

Key words: *small gold, clay, density of sands, acoustic waves resistance.*

REFERENCES

1. *Sorokin A.P., Van-Van-E, Glotov E.D. et al.* Atlas of Primary Gold Placers in the Southern Far East and Their Mining-and Geological Models. Vladivostok—Blagoveshchensk—Khabarovsk: DVO RAN, 2000. 334 p.
2. *Mamaev Yu.A., Van-Van-E, Sorokin A.P., Litvintsev V.S., Pulyaevsky A.M.* Problems of Rational Gold Placer Mining in the Far East (Geology, Mining, Processing). Vladivostok: Dalnauka, 2002. 200 p.
3. *Project of Gold Placer Mining in the Big Burgali and Small Burgali River Basins for 1996–1999.* Blagoveshchensk: Geozol GZP, 1996.

