

УДК 553.411(575.21)  
DOI: 10.36979/1694-500X-2022-22-4-205-211

## ГЕОЛОГИЯ, ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ПЕРЕРАБОТКА РУДЫ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛТОН-САРЫ

*Белик Эрнар, К. Осмонбетов, Ли Юйян, Ян Шуай*

*Аннотация.* Приводится общая характеристика геологического строения на основе анализа опубликованных и фондовых работ на участке Бучук месторождения Солтон-Сары. Приведены химические и минералогические составы руды района исследования. Охарактеризованы результаты технологических исследований и применяемые методы переработки руды месторождения. По предложенной технологии "гравитация-цианирования хвостов гравитации" или "гравитация-флотация хвостов гравитации" может быть получена полноценная качественная золотосодержащая продукция.

*Ключевые слова:* Солтон-Сары; Бучук; геология; месторождение; руда; золото; гравитация.

---

## СОЛТОН-САРЫ АЛТЫН КЕНИНИН ГЕОЛОГИЯСЫ, МАТЕРИАЛДЫК КУРАМЫ ЖАНА РУДАСЫН КАЙРА ИШТЕТҮҮ

*Белик Эрнар, К. Осмонбетов, Ли Юйян, Ян Шуай*

*Аннотация.* Бул макалада Солтон-Сары кенинин Бучук участогунда жүргүзүлгөн иштердин анализинин негизинде жарыяланган эмгектерге таянып, Бучук участогунун геологиялык түзүлүшүнө жалпы мүнөздөмө берилди. Изилденген аймактагы руданын химиялык жана минералогиялык курамы келтирилген. Кендин рудасын кайра иштетүүнүн технологиялык изилдөөлөрүнүн натыйжалары жана колдонулуп жаткан ыкмалары мүнөздөлөт. Сунуш кылынган «гравитивдүү куйруктарды гравитациялык-циандаштыруу» же «гравитивдүү куйруктарды гравитациялоо-флотациялоо» технологиясы боюнча толук кандуу жогорку сапаттагы алтынды камтыган продукцияларды алууга болот.

*Түйүндүү сөздөр:* Солтон-Сары; Бучук; геология; кен; руда; алтын; тартылуу.

---

## GEOLOGY, MATERIAL COMPOSITION AND ORE PROCESSING OF THE SOLTON-SARY GOLD DEPOSIT

*Belik Ernar, K. Osmonbetov, Li Yuyang, Yang Shuai*

*Abstract.* This article provides a general description of the geological structure based on the analysis of published and stock works on the Buchuk site of the Solton-Sary field. The chemical and mineralogical compositions of the ore in the study area are given. The results of technological studies and applied methods of processing the ore of the deposit are characterized. According to the proposed technology – "gravity-cyanidation of gravity tails" or "gravity-flotation of gravity tails" full-fledged high-quality gold-bearing products can be obtained.

*Keywords:* Solton-Sary; Buchuk; geology; mine; ore; gold; gravity.

Месторождение Солтон-Сары приурочено к одному из крупнейших тектонических разломов Центральной Азии, разделяющим Северную и Среднегерцинскую складчатые области Тянь-Шаня. Глубинный характер этого разлома подчеркивается наличием малых ингрुзий, прослеженных на многие десятки километров. В пределах зоны, кроме месторождения Солтон-Сары, известен ряд

аналогичных золоторудных проявлений (Первенец, Байболот, Кумбель и др), которые локализируются в местах сопряжения субпараллельных разломов, сопряжённых с дизъюнктивным нарушением Северо-Западного и Северо-Восточного простирания. Собственно рудное поле Солтон-Сары располагается в северной части малонарынского рудного узла, приуроченного к стыку нескольких разновозрастных складчатых зон, сопряженных с Главной структурной линией Тянь-Шаня и серией глубинных разломов северо-восточного простирания.

Район месторождения Солтон-Сары сложен (рисунок 1), в основном, ордовикскими туффогенными и осадочными образованиями, прерванный серией позднекаледонских даек, среди которых преобладают породы сиенит-порфирового состава. Последние, являясь рудовмещающими, подвержены гидротермально-метасоматическим изменениям с образованием кварцево-карбонатных метасоматитов и березитов, пронизанных прожилками, линзами и гнездами золотоносного кварца. Скопления кварцевых тел иногда образуют прожилковые зоны мощностью до 20 м, а в апофизах сиенит-порфировых интрузий наблюдаются типичные структуры лестничных жил [1–4].

Впервые геологоразведочные работы на месторождении Солтон-Сары на участке Бучук были проведены в 1963–1965 гг.

В таблицах 1–4 представлены данные по изучению вещественного состава руды участка Бучук посредством химического, рационального, минералогического анализа и распределение свободного золота по классам крупности в ЦНИГРИ (Москва) в 1965 г. [5, 6].

Золото тесно ассоциирует с пиритом, выполняя в нем трещинки и межзерновые пространства, нередко в ассоциации с халькопиритом и блеклой рудой. Иногда золото располагается по зонам роста в пирите, а также в виде каёмки обрамляет его. В кварце золото образует ксеноморфные зерна, тонкие прожилки, мелкие включения неправильной и изометричной формы. Размер золотинок изменяется от 0,01 до 0,75 мм.

Более крупные золотины (до 1,0 мм) деформированы, несколько уплощены в процессе измельчения руды. Форма золотинок пластинчатая, комковидно-удлиненная с неровной и шероховатой поверхностью. Отмечается также золото губчатой, комковидной, палочковидной, дендритовой, дендритоидной, реже кристаллической формы. Встречены золотины, сростающиеся с кварцем, пиритом и серицитом. Цвет золота темно-жёлтый. Проба золота высокая – 900–950.

Электрум образует зерна губчатой, губчато-друзовидной и кристаллической формы.

Рациональным анализом руды, измельченной до 65 и 100 меш, определено, что до 80 % золота неходится в свободном состоянии с чистой поверхностью, хорошо извлекается амальгамацией, а до 99 % – цианированием (таблица 2).

При сравнительно грубом помоле – до 48 меш высвобождается 76 % свободного золота, половина которого падает на классы крупнее 200 меш и может быть извлечено гравитационными методами (таблица 4).

Технологические исследования проведены следующими методами: прямого цианирования, флотационным, гравитационным и их сочетаниями.

- Прямым цианированием руды, измельченной до крупности 48 и 65 меш, в течение 18 часов 0,06 %-ным раствором цианида натрия, извлекается 98,81–99,15 % золота.
- По схеме трехстадиальной флотации руды с конечной крупностью измельчения 100 меш, извлечено 98,8 % золота во флотоконцентрат, содержащий 141,0 г/т металла, при выходе 20,0 %. В хвостах флотации содержание золота составило 0,55 г/т (таблица 5).
- Гравитация проведена на крупности руды 48 и 65 меш на отсадочной машине с доводкой (в некоторых опытах) концентрата отсадки на концентрационном столе.

Концентраты отсадки в среднем содержат 220÷520 г/т золота, при извлечении 35÷45 %, с выходом от 2,15 до 4,9 %. Доводка концентратов отсадки на концентрационном столе снижает выход продукта до 0,57÷0,84 %. Полученный гравеоцентриат “золотая головка” содержит 2÷1,6 кг/т золота при его извлечении 28÷35 %. Амальгамацией и последующим цианированием “золотой головки” извлекается 99,7 % металла от операции.



Таблица 1 – Химический состав руды пробы № I месторождения Солтон-Сары, участок Бучук, %

Элементы и соединения	Содержание	Элементы и соединения	Содержание
Оксид кремния	50,9	Сера общ.	2,03
Оксид алюминия	14,0	Медь	0,02
Оксид железа	7,21	Потери при прокал.	ост.
Оксид кальция	6,24	Золото, г/т ( <i>проб, ан.</i> )	33,0
Оксид магния	3,56	Серебро, г/т ( <i>проб, ан.</i> )	1,2
Оксид титана	0,82		

Таблица 2 – Рациональный анализ исходной руды на золото

Форма нахождения золота	Содержание золота, %	
	при крупности 96 % кл. – 65 меш	при крупности 96 % кл. – 100 меш
Золото оvoidное, амальгамируемое	71,76	80,5
Золото в сростках, цианируемое	26,3	18,4
Итого цианируемого	98,06	98,9
Золото в пленках окислов, карбонатах	-	-
Золото в сульфидах	1,94	1,1
Золото в силикатной породе	-	-
Итого в руде	100,0	100,0

Таблица 3 – Минеральный полуколичественный состав исходной руды

Минералы	Содержание, в % при крупности:		Примечание
	–2 мм	–0,33 мм	
Анкерит	7,42	14,33	Состав сростков в материале крупностью –2 мм: хлорит, серицит, анкерит, полевой шпат с включениями до 20–30 % пирита, реже турмалин, галенит; марказит по 1–2 знака. В материале крупностью –0,33 мм: анкерит, хлорит, серицит, кварц, полевой шпат с включениями до 30–35 % пирита и реже турмалин. Молибденит, марказит по 1 знаку
Сульфиды(пирит)	1,97	3,85	
Гидроокислы железа	0,02	0,03	
Кварц	10,53	18,87	
Полевой шпат	2,37	2,55	
Серицит	6,33	18,90	
Каолинит	2,69	6,92	
Хлорит	3,02	-	
Магнетит	0,01	-	
Золото	14зн	29зн	
Срестки	65,63	34,38	

Таблица 4 – Распределение свободного золота по классам крупности (измельчение руды – 48 меш)

Класс крупности, мм	Выход, %	Золото		
		общее в классе, г/т	свободное в классе, г/т	свободное от общего в руде, %
48	1,65	25,41	21,76	1,13
48+65	5,77	23,11	15,42	2,78
65+100	13,11	30,47	18,59	7,63
100+150	11,79	49,37	34,07	12,57
150+200	7,53	57,46	42,75	10,06
200 кр	6,15	24,55	14,77	2,85
–200 ила	54,0	27,0	21,50	36,29
Всего в исходном	100,0	31,99	23,45	76,31



Доизвлечение золота из хвостов гравитации проведено цианированием и флотацией:

а) по схеме “гравитация–цианирование хвостов гравитации” суммарно извлечено до 99,0 % золота. Цианирование проведено при крупности материала 48÷65 меш, при концентрации цианида натрия 0,06 %, времени агитации 12–18 часов;

б) по схеме “гравитация–флотация хвостов гравитации” (рисунок 2) извлекается 98,0÷98,5 % золота. Содержание его во флотоконcentратах достигает 300 г/т. Золото из флотоконцентратов весьма эффективно, на 99,0 % (от операции), может быть извлечено амальгамацией и последующим цианированием или одним цианированием.

В таблице 6 приводятся результаты по испытанным технологиям.

Таблица 6 – Сводные данные по испытанным технологиям обогащения руды месторождения Солтон-Сары (участок “Бучук”)

Испытанная технология	Золото			Извлечен. от руды, %
	Содержание, г/т			
	руда	концент.	хвосты	
Флотация исходной руды	29,5	141,07	0,55	98,8
Гравитация исходной руды (отсадка), 48 меш	4,6	324,28	17,8	46,77
Гравитационно-цианистая (с получением “золотой головки”)	34,8	1302,19	0,3	99,14
Гравитационно-флотационная с нереработкой концентратов и хвостов флотации, всего по схеме	29,79		0,25	99,2
В том числе “золотая головка”		1016,16		
Флотоконцентрат		293,2		

По всем методом испытания, кроме чисто гравитационного, получены практически равноценные результаты по извлечению золота из руды.

Цианирование протекает успешно благодаря форме нахождения золота в руде с весьма развитой поверхностью (уплощенное и губчатое с чистой, пористой поверхностью).

Форма зерен золота также благоприятна и для флотации. Высокое содержание золота в хвостах гравитации объясняется потерями его частично со сростками пустой породы при данной (48 меш) крупности, частично тем, что измельченные тонкие золотины приобретают плоскую форму и “плывут” в процессе гравитации при опробованном аппаратурном оформлении. Для улавливания таких частиц необходимо использование аппаратов центробежного действия: короткоконусных гидроциклонов, концентратора КНЕЛЬСОНа и т. п.

Таким образом, по вещественному составу и технологическим характеристикам руда участка “Бучук» является легкообогатимой и успешно перерабатывается по несложной гравитационно-цианистой технологии с использованием гравитационных аппаратов центробежного действия. По минеральному составу руды относятся к золото-кварцевой формации, а по содержанию сульфидов – к типу малосульфидных.

Основные нерудные минералы: кварц, карбонаты, серицит, полевые шпаты. Среди рудных минералов наиболее распространенным является пирит. В меньших количествах присутствуют: халькопирит, блеклая руда, марказит, галенит и др. Основной промышленно-ценный компонент в рудах – золото, попутный – серебро. Золото представлено самородной формой и его разновидностью – электрум. Вредных примесей, мешающих извлечению золота, в рудах нет.

Поступила: 07.02.22; рецензирована: 01.03.22; принята: 07.03.22.

#### Литература

1. Попков Н.Н. Прогнозно-металлогеническая карта Северной Киргизии масштаба 1:200 000 / Н.Н. Попков и др. // ТГФ. ПФ, 1964.

2. *Фунт Б.Б.* Прогнозно-металлогеническая карта Киргизской ССР по золоту масштаба 1:500 000 / Б.Б. Фунт и др. ПФ, 1966.
3. *Осмонбетов К.О.* Условия размещения оценка прогнозных запасов золотого оруденения и направления работ на золото в Киргизской ССР / К.О. Осмонбетов и др. ПФ, 1976.
4. *Осмонбетов К.О.* Геология и металлогения Кыргызстана / К.О. Осмонбетов. Бишкек, 1999.
5. *Никоноров В.В.* Золото Кыргызстана. Кн. 2. Описание месторождений / В.В. Никоноров и др. Бишкек, 2004.
6. *Юдина И.И.* и др. Технологическое исследование золотосодержащих руд месторождения Солтон-Са-ры / И.И. Юдина и др. М.: ЦНИГРИ, 1966.