

ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
TECHNICAL SCIENCE

Мырзалыев Б.М., Ногаева К.А., Молдобаев Э.С., Сазбаков З.С.
«ШИРАЛЬДЖИН» РУДА КЕНИНИН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК
КАСИЕТТЕРИН ИЗИЛДӨӨ

Мырзалыев Б.М., Ногаева К.А., Молдобаев Э.С., Сазбаков З.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РУДЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ШИРАЛЬДЖИН»

B.M. Myrzaliev, K.A. Nogaeva, E.S. Moldobaev, Z.S. Sazbakov
RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF ORE
DEPOSITS «SHYRALJYN»

УДК: 685.34.017.7.553.3/4

Макалада алтынды туз цианиттен бөлүп алуу мүмкүнчүлүгүн, ошондой эле борбордук четтөөчү гравитация жана флотация методу менен байытуу боюнча окуу-изилдөөлөрдүн жыйынтыгы каралган. Берилген шарттарда флотациялык реагенттер жана алтынды берилген шарттарда максималдуу бөлүп алыш үчүн флотациялык реагенттер жана фракциялоонун режимдери аныкталган. Цианиттөөнүн кинетикасы изилденди жана цианиттөөнүн оптималдуу режимдери аныкталды.

Негизги сөздөр: гравитация, флотация, фазалык анализ, байытуу, чыгаруу.

В статье рассматриваются результаты проведенных исследований по изучению возможности извлечения золота прямым цианированием, а также обогащения руды методом центробежной гравитации и флотации. Установлены флотационные реагенты и режимы флотации для максимального извлечения золота в данных условиях. Определены оптимальные режимы цианирования и исследована кинетика цианирования.

Ключевые слова: гравитация, флотация, цианирование, фазовый анализ, обогащение, технологическая проба, руда, извлечение.

The article examines the results of studies on the possibility of gold extraction by direct cyanidation, as well as ore enrichment by centrifugal gravity and flotation. Flotation reagents and flotation regimes have been installed to maximize gold recovery under these conditions. Optimal cyanidation regimes were determined and the kinetics of cyanidation was studied.

Key words: gravity, flotation, cyanuration, phase analysis, processing, technological sample, ore, extraction.

Руда месторождения «Ширальджин» относится к окисленному типу гематитовых золотосодержащих руд, является высококремниевой, высоко-железистой со значительным содержанием марганца и меди.

Основными полезными компонентами в исходной руде являются золото, железо, марганец и медь. Золото в руде самородное, причем присутствует, как крупное золото (более 70 мкм), так и мелкое почти тонкодисперсное. Форма золотин дендридовидная и сростки октаэдров. Золотины в основном с чистой

поверхностью, количество золотин покрытых окисными пленками – незначительно.

Как известно, [1] крупное золото при измельчении руды освобождается от связи с частицами минералов сопутствующих руд и пород, и легко улавливается при гравитационном обогащении, но плохо флотируется и медленно растворяется в процессах цианирования. Мелкое золото в измельченной руде частично находится в свободном состоянии, частично в сростках с другими минералами. Мелкое свободное золото хорошо флотируется, быстро растворяется при цианировании, но плохо извлекается гравитационными методами. Флотационная активность такого золота определяется флотационной активностью связанных с ним сульфидных минералов. Тонкодисперсное золото, ассоциированное в большинстве случаев с сульфидными минералами, при измельчении руды вскрывается лишь незначительно, основная масса его остаётся в минералах. При цианировании такое золото почти не растворяется, а в процессах гравитации и флотации извлекается вместе с минералами - носителями. Руды, содержащие тонкодисперсное золото относятся к категории упорных руд и перерабатываются по более сложным и разветвленным схемам [2].

Учитывая вышесказанное, были проведены исследования по изучению возможности извлечения золота прямым цианированием, а также обогащения руды методом центробежной гравитации и флотации.

Для исследования была взята технологическая проба массой 59,6 кг с исходной крупностью 10...15мм.

Исходное содержание золота в руде составило 6,40 г/т.

Силикатным и геохимическим анализом установлено, что исследуемая проба содержит 76,7% Fe₂O₃ и 11,3% MnO₂, что составляет 88,0% от общего содержания элементов в пробе. Содержание меди - 1,6%.

Результаты фазового анализа меди, выполненной по методике Н.А. Филипповой [3] показали, что в исследуемой руде она находится в окисленном виде (42,3%) и сульфидной форме (57,6%).

Фазовым анализом золота [4] установлено (табл. 1), что 96,83% золота находится в извлекаемой (цианируемой) форме.

Таблица 1

Фазовый анализ золота

Формы золота	Распределение Au, %
Золото свободное с чистой поверхностью	46,33
Золото в сростках (цианируемое)	50,50
Всего золота в цианируемой форме	96,83
Золото в пленках	2,68
Золото в сульфидах	0,06
Золота в нерастворимых в царской водке минералах и кварце	0,43
Всего:	100,00

Технология гравитационного обогащения разрабатывалась по лабораторной методике моделирования производственного процесса, на основе результатов изучения рационального анализа золота в руде, измельчаемости руды, зависимости извлечения золота от степени измельчения, подбора оптимальной скорости гравитационного ускорения (g) Тестирование было проведено на лабораторной модели концентратора «Falcon L 40» [5]. Результаты проведенных исследований показали высокую эффективность гравитационного обогащения руды

«Ширальджин». Извлечение золота в гравиконцентрат составило 84,49%.

Изучение флотационной обогатимости исследуемой пробы проводилось с применением различных флотореагентов [6] с использованием следующих собирателей:

DSP-014 (смесь дитиофосфатов), являющийся селективным собирателем для извлечения сульфидов Cu, Zn, Ag и золота.

DSP-120 (смесь тионокрбонатов) - собиратель для извлечения медных и цинковых минералов также золота из Cu/Au комплексов.

Ксантогенат бутиловый - собиратель благородных и редких металлов, самородной меди.

В качестве вспенивателя использовались:

MIBC - метилизобутилкарбинол - наиболее употребляемый вспениватель при флотации медьсодержащих руд;

MIF - бытовой стиральный порошок для автоматических машин,

SL oil - пихтовое масло

Для всех собирателей рабочее значение pH равно 7,5...9,5. В выполненных опытах регуляторы pH не использовались, естественное значение pH составило 7,75.

Флотацию осуществляли в две стадии - основную и одну контрольную. Концентрат объединяли и анализировали на содержание золота, серебра, меди, железа.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты исследований по флотации руды месторождения «Ширальджин»

Тест	Реагенты	Конц. г/т	Выход к-та, %	Извлечение элементов, %			
				Au	Cu	Mn	Fe
Тест 8	DSP-014	140	7,96	75,50	8,06	7,74	8,10
	MIBC	25					
Тест 9	DSP-014	140	9,48	62,95	9,62	9,27	9,61
	MIF	25					
Тест 10	DSP-014	140	12,82	67,91	13,21	12,43	12,99
	SL oil	25					
Тест 11	Ксантогенат	140	10,98	80,63	11,31	10,78	11,20
	MIBC	25					
Тест 12	Ксантогенат	140	8,54	73,26	8,80	8,38	8,71
	MIF	25					
Тест 13	Ксантогенат	140	11,52	76,14	11,78	11,09	11,60
	SL oil	25					
Тест 14	Ксантогенат + DSP 014	140	11,54	74,47	11,54	11,11	11,61
	MIBC	25					
Тест 15	Ксантогенат + DSP 014	140	11,12	68,11	11,29	10,66	11,17
	MIF	25					
Тест 16	Ксантогенат + DSP 014	140	11,00	77,52	11,08	10,85	11,21
	SL oil	25					
Тест 17	Ксантогенат + DSP 120	140	11,62	77,35	11,88	11,24	11,77
	MIBC	25					
Тест 18	Ксантогенат + DSP 120	140	11,62	73,82	11,80	11,30	11,83
	MIF	25					
Тест 19	Ксантогенат + DSP 120	140	13,48	71,19	13,68	13,11	13,72
	SL oil	25					

Наилучшие показатели по флотационному извлечению золота (80,63%) получены при использовании в качестве собирателя ксантогената, а вспенивателя – МВБС. Остальные элементы (медь, марганец, железо) в исследованных режимах не флотировались.

Исследования по прямому цианированию руды были проведены с рудой крупностью - 0,074 мм по методике лабораторного тестирования материалов для цианирования.

Условия проведенного опыта следующие: навеска руды – 200 г; объем раствора 600 мл; отношение Т:Ж=1:3; концентрация рабочего раствора – 1 г/л NaCN; содержание твердого при выщелачивании – 10 %; pH раствора – 10,5; температура раствора – 20 °C

Цианирование проводилось 72 часа, анализ продуктов – через 1, 3, 5, 7, 24, 48 и 72 часов, результаты представлены в табл. 3,4 и на рис.1.

Таблица 3

Результаты цианирования руды месторождения «Ширальджин»

Время выщелачивания, час	pH раствора	Содержание золота в растворе, мг/л*	Извлечение золота в раствор, %*	Расход CaO, кг/т	Расход NaCN, кг/т
1	10,70	1,141	55,41	4,80	5,49
3	10,80	1,701	84,84	0,20	1,50
5	11,07	1,722	88,82	0	1,25
7	11,06	1,725	90,05	0	0,75
24	11,06	1,765	93,16	0	0,45
48	11,10	1,788	94,15	0	0,55
72	11,00	1,799	94,57	0	0,00

Примечание: * - среднее из двух параллельных опытов.

Таблица 4

Сводные показатели цианидного выщелачивания руды месторождения

Показатели	Тест №1	Тест №2	Среднее
Расчетное содержание золота в материале по тесту, г/т	6,291	6,267	6,279
Содержание золота в исходном материале по анализу, г/т	6,428	6,428	6,428
Невязка баланса по золоту, %	-2,138	-2,499	-2,319
Содержание золота в кеках цианирования, г/т	0,366	0,360	0,363
Суммарная степень извлечения золота из материала по расчётному содержанию золота в материале теста, %	94,426	94,463	94,444
Суммарная степень извлечения золота из материала по анализам растворов и исходного материала, %	92,408	92,102	92,255
Суммарная степень извлечения золота из материала по анализу исходного материала и кека выщелачивания, %	94,545	94,601	94,573
Добавлено цианистого натрия, кг/т материала	11,924	11,824	11,874
Расход цианистого натрия, кг/т материала	9,778	10,173	9,975
Расход CaO, кг/т материала	5,000	5,000	5,000

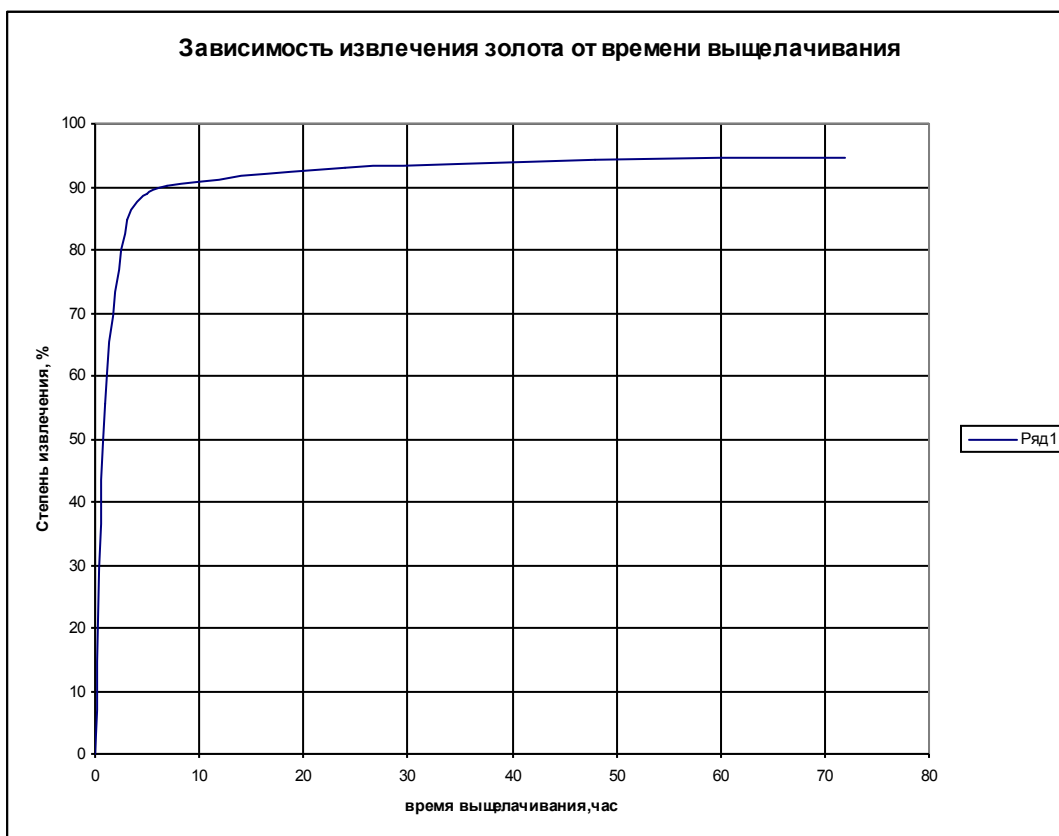


Рис. 1. Извлечение золота в зависимости от времени выщелачивания.

Извлечение золота при прямом цианировании руды составило 94,57%, что хорошо согласуется с результатами фазового анализа. Основное количество золота (90%) извлекается в первые 7 часов.

Выводы:

Технологическое исследование руды месторождения «Ширальджин» включающее химический, фазовый анализы золота и меди, флотацию, гравитацию, цианирование показало:

1. Высокую эффективность гравитационного обогащения на концентрате Falcon L40. Извлечение золота в гравеоцентрат составило 84,49%

2. По результатам тестов флотационного обогащения руды четырьмя различными собирателями и тремя вспенивателями общее извлечение золота во флотоконцентрат составило 68...80,6%. Лучшие результаты по извлечению золота (80,6%) показал тест с применением в качестве собирателя ксантогената и вспенивателя МІВС.

3. При прямом цианировании руды извлечение золота составило 94,57%, что хорошо согласуется с результатами фазового анализа. Основное количество золота (90%) извлекается в первые 7 часов.

Литература:

1. Матушкина А.Н. Разработка и испытание процессов подготовки и обогащения продуктов, содержащих тонкодисперсное золото. – Диссерт. - Екатеринбург, 2016.
2. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра. - Москва «МИСиС» 2001.
3. Филиппова Н.А. Фазовый анализ руд и продуктов их переработки. - М. Химия, 1975.
4. Зеленов В.И. Методика исследования золото- и серебросодержащих руд. - М.: Недра, 1989., 302 с.
5. Мырзалиев Б.М., Ногаева К.А., Молмакова М.С. Исследование гравитационного обогащения руды месторождения «Ширальджин». Известия КГТУ №3 (39) 6-8 октябрь, 2016. г. Бишкек.
6. Шубов Л.Я. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья, книга 1,2. - М. Недра. 1990.

Рецензент: академик НАН КР Иманакунов Б.И.