

*Байкелова Г.Ш., Майрыкеев А.И.***АЛТЫН ЖЫЛГА КЕНИНИН АЛТЫН КАМТЫГАН РУДАЛАРЫНЫН
ФЛОТАЦИЯЛЫК КАСИЕТТЕРИНЕ МАЙДАЛОО ДАРАЖАСЫНЫН ТААСИРИ***Байкелова Г.Ш., Майрыкеев А.И.***ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НА ФЛОТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА
ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛТЫН ЖЫЛГА***G. Baykelova, A. Mairykeev***THE EFFECT OF THE DEGREE OF GRINDING ON THE FLOTATION
PROPERTIES OF GOLD-BEARING ORES OF THE ALTYN ZHYLGA DEPOSIT**

УДК: 622.765

Баткен районунда Сох дарыясынын жээгинде жайгашкан алтын жылга алтын кени изилденүүчү объект болуп саналат. Негизги компоненттеринин Курамы боюнча изилденип жаткан руда алтын – күмүш сульфид түрүнө кирет, мында жез кошуучу пайдалуу компонент болуп саналат. Бул иш майдалоонун даражасынын флотациялык касиетке тийгизген таасирин изилдөө максатында жүргүзүлдү, анткени пайдалуу минералдар руданын туруктуулугун тастыктаган өтө жука өсүштө тоо тектери бар тиркемелерде жайгашкан. Алынган флотация натыйжалары гранулометриялык, минералогиялык жана фазалык анализдердин тыянактарына шайкеш келет, изилденүүчү үлгүдөгү пайдалуу компоненттер негизинен сульфиддик формада болот жана 0,25 ммден кичине класстарда топтолгон. Майдалоо курсунун таасирин изилдөөдө алынган көрсөткүчтөр пайдалуу минералдардын руданы бириктирүүчү минералдар менен тыгыз биригиши жөнүндө минералогиялык анализдин корутундуларын колдойт жана бир кадамдуу флотациялык майдалоо андан ары негизги флотациялык концентратка пайдалуу компоненттерди бөлүп алууга мүмкүнчүлүк берет.

Негизги сөздөр: руда, минералдар, кен, анализ, тартылуу, пайдалуу компоненттер, концентрат, экстракция, флотация, концентрат.

Исследуемым объектом является золоторудное месторождения Алтын жылга, который расположен в Баткенском районе на берегу реки Сох. Исследуемая руда по содержанию основных компонентов относится к сульфидному золото – серебряному типу, где попутным полезным компонентом является медь. Данная работа проведена с целью изучить влияние степени измельчения на флотационные свойства, так как полезные минералы находятся в сростках с вмещающей породой в очень тонком взаимопрорастании, что подтверждает упорность руды. Полученные результаты флотации согласуются с выводами гранулометрического, минералогического и фазовых анализов, что полезные компоненты в исследуемой пробе в основном представлены в сульфидных формах и аккумулируются в классах менее 0,25 мм. При изучении влияние степени измельчения полученные показатели подтверждают выводы минералогического анализа о тонком и тесном срастании полезных минералов с вмещающими минералами, слагающими руду и одностадийное измельчение флотации дает возможность дополнительно извлечь полезных компонентов в основной концентрат флотации.

Ключевые слова: руда, минералы, месторождение, анализ, гравитация, полезные компоненты, концентрат, извлечение, флотация, концентрат.

The object under study is the Altyn Zhylga gold deposit, which

is located in the Batken district on the bank of the Sokh River. The ore under study, in terms of the content of the main components, belongs to the gold–silver sulfide type, where the associated useful component is copper. This work was carried out in order to study the effect of the degree of grinding on flotation properties, since useful minerals are in accretions with the host rock in a very fine interpenetration, which confirms the persistence of the ore. The obtained flotation results are consistent with the conclusions of granulometric, mineralogical and phase analyses that the useful components in the test sample are mainly represented in sulfide forms and accumulate in classes less than 0.25 mm. When studying the influence of the degree of grinding, the obtained indicators confirm the conclusions of mineralogical analysis about the thin and close fusion of useful minerals with the host minerals composing the ore and single-stage grinding of flotation makes it possible to additionally extract useful components into the main concentrate of flotation.

Key words: ore, minerals, deposit, analysis, gravity, useful components, concentrate, extraction, flotation, concentrate.

Основными ценными компонентами руды являются: золото, среднее содержание которого в руде составляет – 5,29 г/т, серебро – 23,15 г/т. Золото в пробе обнаружено в самородном виде, ассоциирует с пироксеном, гранатом, кварцем, кальцитом, с сульфидами меди и арсенопиритом. В продуктах ситового анализа золото встречается в классе -0,315+0,2 и + 0,1-0,074. Форма золотин комковидная, чешуйчатая, крочковатая. Цвет золота желтый, светло-желтый. Преобладающий размер золотин сотые и десятые доли миллиметра, что позволяет отнести его к категории мелкого по классификации Н.В. Петровской [1].

Для определения количества окисленных и сульфидных минералов проведен фазовый анализ руды на медь. По количественному соотношению сульфидных (97,5%) и окисленных (2,4%) медных минералов, данную руду можно отнести к медной сульфидной [1].

Анализ результатов проделанной работы позволяет сделать следующие выводы: исследуемая руда по содержанию основных компонентов относится к сульфидному золото – серебряному типу, где попутным полезным компонентом является медь.

Основные нерудные минералы гранат, пироксен, кварц, карбонат. Рудные минералы представлены

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 1, 2023

халькопиритом, борнитом, ковеллином, арсенопиритом. В незначительном количестве встречаются, молибденит, висмутин, сфалерит, сфен [2].

Согласно результатам минералогического анализа вкрапленность золота, серебра и медных минералов неравномерная [2]. Поэтому необходимо учесть влияние степени измельчения на показатели флотации.

Разработка технологий обогащения данной руды проводилась с учетом выявленных технологических свойств с целью извлечения ценных компонентов – меди, золота и серебра методами гравитации, флотации. Применение гравитационных методов обогащения с помощью концентрационного стола, аппарата Кнелсона и центробежного сепаратора выявили возможность извлечения золота, серебра и меди. На данной руде гравитационным методом получен медный золотосеребросодержащий гравикоцентрат с извлечениями: меди – 76,6%, золота – 38,1 %, серебра – 14,4 %. Гравитация давала возможность вывода из процесса свободного и крупного золота, серебра и части их связанные с сульфидами, а также связанную с ними медь, что обеспечивает устойчивые по содержанию металлов хвосты обогащения [3].

Поэтому, учитывая большие потери полезных

компонентов с хвостами гравитации и тот факт, что в исследуемой руде весьма значительно содержание тонкого негравитационного золота, серебра и меди, полученные хвосты гравитации можно подвергать к флотации.

Исходными продуктами для флотации по влиянию тонины помола на извлечение полезных компонентов являлись исходная руда и хвосты гравитации [3], полученные при обогащении на центробежном сепараторе.

Результаты опытов представлены в таблице 1.

Анализируя приведенные результаты таблицы 1, можно отметить, что обогащение исходной руды позволило получить флотоконцентрат основной флотации (при тонине помола 88,0% класса -0,074мм), содержащий 57,5 г/т золота, 252,96 г/т серебра и 8,88% меди. Извлечение из руды в концентрат основной флотации составило: золота и серебра – по 89,6%, меди – 93,4%.

С помощью флотации на исходной руде при тонине помола равным 88% класса -0,074 мм (опыт № 1) таблица 1, получились хвосты флотации с содержаниями: 0,4 г/т – золота, 2,24 г/т – серебра, 0,013% - меди, при этом потери составили 6,0%, 35,5% и 1,3% соответственно.

Таблица 1

Результаты флотационных опытов в зависимости от тонины помола

Наименование продуктов	Выход %	Исходная руда						Содержание класса – 0,074 мм в питании флотации %
		Медь		Золото		Серебро		
		Содержание %	Извлечение %	Содержание г/т	Извлечение %	Содержание г/т	Извлечение %	
Опыт № 1								
Концентрат основной флотации	8,2	8,88	93,4	57,5	89,6	252,96	89,6	88,0%
Концентрат 1 контрольной флотации	6,4	0,51	4,2	2,1	2,6	6,808	1,9	
Концентрат 2 контрольной флотации	5,8	0,15	1,1	1,6	1,8	3,256	0,8	
Хвосты флотации	79,6	0,013	1,3	0,4	6,0	2,24	7,7	
Исходная руда	100	0,78	100	5,26	100	23,15	100	
Опыт № 2								
Концентрат основной флотации	7,5	9,7	93,2	44,5	63,4	236,92	76,8	70,0%
Концентрат 1 контрольной флотации	5,3	0,377	2,6	4,18	4,2	20,566	4,7	
Концентрат 2 контрольной флотации	4,6	0,148	0,9	2,1	1,8	7,285	1,5	
Хвосты флотации	82,6	0,031	3,3	1,95	30,6	4,73	17,0	
Исходная руда	100	0,78	100	5,27	100	23,16	100	
Опыт № 3								
Концентрат основной флотации	6,8	10,6	91,5	41,8	53,9	233,26	68,5	55,0%
Концентрат 1 контрольной флотации	5,4	0,492	3,4	4,65	4,8	13,218	3,1	

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 1, 2023

Концентр. 2 контрольной флотации	3,4	0,13	0,5	2,3	1,5	7,729	1,1	
Хвосты флотации	84,4	0,043	4,6	2,48	39,6	7,49	27,3	
Исходная руда	100	0,79	100	5,26	100	23,16	100	
Опыт № 4 (на хвостах гравитации, от руды)								
Концентрат основной флотации	6,8	2,13	19,0	42,0	54,0	260,75	76,6	88,0%
Концент. 1 контрольной флотации	6,5	0,3	2,6	2,2	2,7	7,3	2,0	
Концент. 2 контрольной флотации	5,6	0,1	0,7	1,0	1,0	3,5	1,0	
Хвосты флотации	76,6	0,01	1,1	0,3	4,2	1,85	6,0	
Исходный (хвосты гравитации)	95,5	0,19	23,4	3,43	61,9	20,75	85,6	

При более грубом помоле в питании флотации (70,0% и 55% класса -0,074мм) и проведением флотации в таком же режиме, как и опыт №1 хвосты флотации получились по содержанию полезных компонентов более богатыми и составили: золота – 1,95 г/т и 2,48 г/т; серебра – 4,73 г/т и 7,49 г/т; меди – 0,031% и 0,043%. Потери с хвостами флотации составили: по золоту – 30,6% и 39,6%, по серебру – 17,0% и 27,3% и по меди – 3,3% и 4,6% соответственно, т.е. чем грубее помол, тем больше потери с хвостами флотации.

Применение флотации на хвостах гравитации дает возможность дополнительно извлечь в концентрат основной флотации: золота – 54,0%, серебра – 76,6% и меди – 19,0%. Хвосты обогащения по гравитационно-флотационной схеме (опыт №4) по содержанию золота, серебра и меди составили: 0,3 г/т, 1,85 г/т и 0,01% соответственно. Потери полезных компонентов с хвостами флотации по гравитационно-флотационной схеме составили: золота – 4,2%; серебра – 6,0% и меди – 1,1% (опыт №4), что меньше, чем хвосты, полученные по прямой флотационной схеме на 1,8% по золоту и серебру и на 0,3% по меди.

Показатели флотации золото-медных руд можно улучшить, проводя ее в две стадии или три стадии. Стадиальная флотация позволяет полнее извлекать золото-медносодержащие сульфиды и получить более зернистый концентрат. Было опробовано два направления: одностадиальная и двухстадиальная схема флотации: 1) при одностадиальной схеме измельчения 85-88% класса -0,074 мм; 2) при двухстадиальной схеме первая стадия измельчения 65% класса -0,074 мм, вторая – 88-90% класса -0,074 мм.

Предполагалось в первой стадии извлечь свободные полезные компоненты в богатый сульфидный концентрат, во второй стадии, при достаточно полном раскрытии сростков, достичь более полного извлечения металлов концентрат при наименьших их потерях с хвостами флотации. На рисунке 1 и рисунке 2 представлены схемы флотации и реагентный режим. Фло-

тационные опыты проведены на исходной руде и хвостах гравитации. Полученные технологические показатели, проведенных исследований приведены в таблице 2.

Как видно из приведенных результатов, переработка исследуемой пробы по двухстадиальной схеме измельчения флотации не дала сильно больших ожидаемых хороших результатов, особенно по переработке хвостов гравитации. Технологические показатели по извлечению полезных компонентов несколько улучшились за счет увеличения выходов, при этом содержания металлов в суммарном концентрате оказались ниже, чем при одностадиальной схеме.

Потери металлов с хвостами флотации по двум схемам при переработке хвостов гравитации получились практически одинаковыми и составили: 4,2% и 4,1%, при содержании золота 0,3 г/т, серебра 6,0% и 2,3% при содержании 1,85 г/т и 1,81 г/т, меди 1,1% и 1,0% при содержании 0,01%.

Переработка исходной руды по двухстадиальной схеме измельчения также не позволило получить хвосты флотации с меньшими содержаниями золота, серебра и меди. Потери металлов с хвостами флотации по двум схемам получились практически одинаковыми и составили: золота 4,3% и 6,0% при содержании 0,3 г/т и 0,4 г/т; серебра 7,4% и 7,7% при содержании по 2,24 г/т, меди 1,0% и 1,3% при содержании 0,013% и 0,01%. Суммарный концентрат основной флотации, полученный по двухстадиальной схеме по содержанию полезных компонентов, получился менее качественным и составил: по золоту – 34,66 г/т, по серебру – 148,96 г/т, по меди – 5,3%, чем концентрат основной флотации, полученный по одностадиальной схеме – 57,5 г/т, 252,96 г/т и 8,88% соответственно.

По результатам анализа извлечение во флото-концентрат составило: по золоту и серебру – по 89,6%, по меди – 93,4%. По содержанию полезных компонентов концентрат может перерабатываться на заводах цветной металлургии.

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 1, 2023

Схема флотации при двухстадиальной стадии измельчения

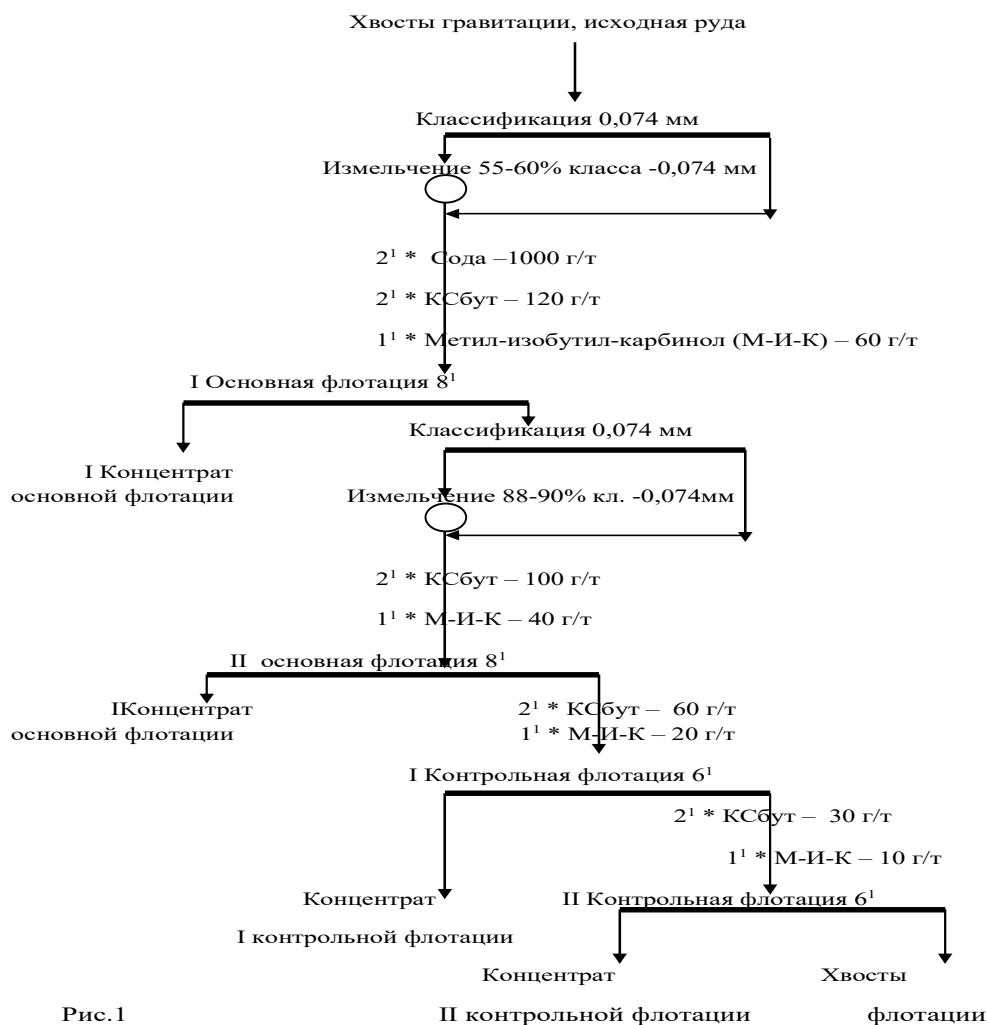


Рис.1

Таблица 2

Технологические показатели флотации по одно и двухстадиальным схемам

Наименование продуктов	Выход, %	Исходная руда						Схема
		Медь		Золото		Серебро		
		Содерж. %	Извлеч. %	Содерж. г/т	Извлеч. %	Содерж. г/т	Извлеч. %	
Опыт №1 (на исходной руде)								
Концентрат основной флотации	8,2	8,88	93,4	57,5	89,6	252,96	89,6	Односта- диальная схема
Концентрат I контрольной флотации	6,4	0,51	4,2	2,1	2,6	6,808	1,9	
Концентрат 2 контрольной флотации	5,8	0,15	1,1	1,6	1,8	3,256	0,8	
Хвосты флотации	79,6	0,013	1,3	0,4	6,0	2,24	7,7	
Исходная руда	100	0,78	100	5,26	100	23,15	100	
Опыт №2 (на исходной руде)								
Концентрат I основной флотации	6,8	6,7	60,0	41,8	53,9	182,82	53,7	Двухста- диальная схема
Концентрат II основной флотации	7,2	4,0	37,7	28,0	38,2	116,71	36,3	
Суммарный концентрат основной флотации	14,0	5,3	97,7	34,66	92,1	148,96	90,0	
Концентрат 1 контрольной флотации	5,2	0,1	0,7	2,3	2,3	8,24	1,9	
Концентрат 2 контрольной флотации	4,8	0,1	0,6	1,4	1,3	3,41	0,7	

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 1, 2023

Хвосты флотации	76,0	0,01	1,0	0,3	4,3	2,24	7,4	
Исходная руда	100	0,76	100	5,27	100	23,15	100	
Опыт №3 (на хвостах гравитации, от руды)								
Концентрат основной флотации	6,8	2,13	19,0	42,0	54,0	260,75	76,6	Односта- диальная схема
Концентрат I контрольной флотации	6,5	0,3	2,6	2,2	2,7	7,3	2,0	
Концентрат 2 контрольной флотации	5,6	0,1	0,7	1,0	1,0	3,5	1,0	
Хвосты флотации	76,6	0,01	1,1	0,3	4,2	1,85	6,0	
Исходная (хвосты гравитации)	99,5	0,19	23,4	3,43	61,9	20,75	85,6	
Опыт №4 (на хвостах гравитации, от руды)								
Концентрат I основной флотации	4,1	1,5	8,0	36,7	28,6	224,47	39,8	Двухста- диальная схема
Концентрат II основной флотации	4,9	2,0	12,8	26,8	25,0	191,9	40,6	
Суммарный концентрат основной флотации	9,0	1,77	20,8	31,33	53,6	206,81	80,4	
Концентрат 1 контрольной флотации	5,9	0,1	0,8	2,6	2,9	8,2	2,1	
Концентрат 2 контрольной флотации	5,8	0,1	0,8	1,2	1,3	3,31	0,8	
Хвосты флотации	74,8	0,01	1,0	0,3	4,1	1,81	2,3	
Исходная (хвосты гравитации)	95,5	0,19	23,4	3,43	61,9	20,75	85,6	

Потери металлов с хвостами флотации по одностадиальной схеме составили: золота – 6,0% с содержанием – 0,4 г/т; серебра – 7,7% с содержанием – 2,24 г/т; меди – 1,3% с содержанием – 0,013%. Как видно из таблицы при флотации хвостов гравитации извлечение составило золота -54,0%, серебра – 76,6%, меди – 8,0%.

Полученный флотоконцентрат по содержанию полезных компонентов отвечает техническим условиям, предъявляемым к флотоконцентратам. Сквозное извлечение по гравитационно-флотационной схеме составило: по золоту – 92,1%, по серебру – 91,0% и по меди – 95,6%. Хвосты обогащения получились по содержанию металлов отвальными, и при этом потери составили: золота - 4,2%, серебра - 6,0% и меди - 1,1%.

Таким образом, по результатам проведенных флотационных исследований по обогащению руды выявлено, что по флотационной одностадиальной схеме измельчения, возможно получение достаточно высоких показателей по извлечению полезных компонентов, во флотоконцентрат и переработка хвостов тоже дает возможность дополнительно извлечь в основной концентрат флотации.

Литература:

1. Байкелова Г.Ш. Майрыкеев А. Исследование вещественного состава месторождения Алтынжылга. // Известия КГТУ им. И.Раззакова выпуск №1(57) 2021 г. - 51-55 стр.
2. Байкелова Г.Ш. Майрыкеев А.И. Кабаев О.Д. Исследования минералогической характеристики руды месторождения Алтынжылга // Наука новые технологии и инновации Кыргызстана №9, 2021. - 6-11стр.
3. Байкелова Г.Ш. Майрыкеев А. Атыкенова Э.Э./ Изучение возможности извлечения золота из руды месторождения Алтын Жылга / Россия // АО Изд. дом “Руда и металлы” Науч.-тех. журн. «Обогащение руд», №4, 2022. - С. 9-14.
4. Зеленов В.И. Методика исследования золота и серебросодержащих руд. - Москва: Изд. Недр, 1989.
5. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: учеб. для вузов: в 2 т. / В.М. Авдохин. - М.: Изд. Моск. гос. горн. ун-та, 2006. – Т. 1: Обогащительные процессы. - 417 с.
6. Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. В 2 т. Иркутск: ОАО «Иргиредмет», 1999.
7. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. - М.: Горная книга, 2008.
8. Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Юшина Т.И. Флотационное обогащение полезных ископаемых //Издательство Горная книга, 2017.
9. Родина Т.А. Флотационные реагенты. - Благовещенск: Изд. АмГУ, 2015. - 36 с.
10. Кабаев О.Д., Ногаева Г.А., Байкелова Г.Ш. Вещественный состав и характеристика основных железосодержащих минералов. Известия ВУЗов Кыргызстана. 2011. №5. С. 52-54.