

УДК 622:331.4:622.234

**МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ  
ХВОСТОВ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУД**Канд.техн.наук  
Канд.техн.наукГ.К.Бишимбаева  
Г.Е.Чернецов  
Г.К.Садыбеков  
Ш.М.Умбетова

*В статье рассмотрен вопрос применения геотехнологии (кучного выщелачивания) для повторного извлечения золота из хвостов флотационного обогащения золотосодержащих руд.*

*Разработана технологическая схема, включающая агломерацию сырья, выщелачивание, сорбцию – десорбцию и электролиз золота, подобраны параметры ведения процесса производства золота.*

Республика Казахстан обладает богатейшими запасами полезных ископаемых и огромным экономическим потенциалом для динамического развития народного хозяйства в XXI столетии.

Среди многообразия полезных ископаемых особое место занимают благородные металлы – золото, серебро, платина, определяющие валютный потенциал страны. Золоторудный актив Казахстана составляют 141 коренных (64,2% общих запасов), 48 комплексных (35,5) и 29 россыпных (0,3%) месторождений. Основные балансовые запасы золота (70%) сосредоточены на пяти наиболее крупных месторождениях – Бакырчик, Акбакай, Васильковское, Бестобе, Жолымбет. Разведанные балансовые запасы золота категории А+В+С составляют в Казахстане 24,2%, прогнозные – 75,8%. В то же время относительный уровень добычи от разведанных запасов самый низкий (1,3%) по сравнению с добычей золота в ЮАР, России, США, Канаде, Узбекистане (3-11%). Высокая цифра прогнозных запасов свидетельствует о большой перспективности территории Казахстана на золото //.

При соответствующих инвестиционных вложениях Казахстан в XXI столетии может занять одно из ведущих мест в мире по добыче золота.

Значительное количество золота аккумулировано в хвостохранилищах обогатительных фабрик. В хвостохранилищах 1 золото-редкометалльных фабрик накоплено свыше 150т. золота, около 3

тыс.т. серебра, большое количество платины, палладия, иридия, рутения, радия и других ценных металлов.

По отдельным хвостохранилищам содержание золота доходит до 2-3 г/т, серебра 25-30 г/т, платины до 30-40 г/т.

Хвостохранилища занимают огромные площади земельных угодий и наносят ощутимый вред окружающей среде. Они интенсивно загрязняют почвы и водоемы, вблизи хвостохранилищ образуются пыльные бури, с запыленностью воздуха токсичными элементами, превышающими допустимые санитарные нормы в 15-20 раз /2/. Все это определяет необходимость решения задачи повторного извлечения металлов, утилизации и ликвидации накопленных отходов.

Мировая горнорудная практика в последние годы придает большое значение повторному извлечению золота из отходов обогащительного производства. Объясняется это тем, что из-за ежегодного снижения содержания золота в добываемых рудах на 1,5-2,0% для поддержания достигнутого уровня производства золота приходится ежегодно вовлекать в дополнительную добычу 1,5-2,0%. Извлечение золота из отходов не требует больших затрат, решается задача их утилизации. Отходы обогащительного производства эффективно могут перерабатываться современными гидрометаллургическими и геотехническими способами, в частности, кучным выщелачиванием (КВ). Эффективность применения кучного выщелачивания, как высокорентабельной технологии переработки бедных и забалансовых золотосодержащих руд повреждена практикой работы отечественных и зарубежных производителей золота /3-5/.

Наиболее широкое распространение кучное выщелачивание получило на предприятиях уранодобычи /6/. На предприятиях золотодобычи Казахстана данная технология пока еще не нашла широкого применения. Опыта переработки хвостов флотационного обогащения золотосодержащих руд кучным выщелачиванием практически нет. Объясняется это более сложными по сравнению с ураном формами нахождения золота в рудах, трудностью его вскрытия простыми нетоксичными растворителями, отсутствием надежной методологической базы для расчета параметров ведения процесса выщелачивания. К числу факторов, определяющих применимость кучного выщелачивания золота из хвостов флотационного обогащения руд относятся:

1. Факторы, способствующие применению КВ:

-содержание золота в хвостах не менее 0,9-1,0 г/т;

-достаточность запасов сырья для организации производства на срок не менее 10 лет с производительностью комплексов КВ по перерабатываемому материалу 300-500 тыс. в год;

-высокая степень окисленности минералов;

-отсутствие легкорастворимых минералов, засоряющих продуктивные растворы, позволяющее выводить из оборота не более 5% раствора;

-отсутствие илистых и глинистых фракций коагулирующих поровое пространство;

-климатические условия (либо соответствующая теплооснащенность), позволяющие осуществлять выщелачивание золота круглогодично.

2. Факторы, препятствующие применению КВ:

- содержание золота в хвостах не менее 0,9 г/т;

-тесная ассоциация золота с кварцем и сульфидами, наличие теллуридов (калаверит, сильвинит и др.), медленно растворяющихся в цианидах;

-связывание свободного цианида и кислорода активными разновидностями пирромонов;

-наличие на золоте пленок гидратированных окислов железа, затрудняющих переход золота в раствор;

-быстрая утомляемость цианистых растворов;

-значительное содержание в хвостах мышьяка, цветных металлов, глинистых и углистых веществ, изменяющих солевой состав продуктивных растворов, засоряющих и отравляющих ионитовые смолы при сорбции золота.

-низкая фильтрационная способность хвостового материала.

ИГД им.Д.А.Кунаева, КазНТУ МН и ВО РК совместно с Финансово-промышленной корпорацией «Глоба-Казахстан» на основе всестороннего изучения геотехнологии металлов и сырья хвостохранилищ Казахстана разработана классификация пригодности хвостов к извлечению из них золота методами физико-химической геотехнологии. По разработанной классификации проведено ранжирование хвостохранилищ. Установлено, что с наибольшей эффективностью обогатительных фабрик Аксу, Бестобе, Жолымбет АО «Казахалтын». Характеристика хвостохранилищ приведена в табл.1.

Таблица 1

№ № пп	Наименование показателей	Ед. Изм.	Хвостохранилище			Всего
			Аксу	Бесто бе	Жолы мбет	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Площадь	Га	90	140.7	88.6	319.2
2.	Количество заскладированного сырья на 01.01.98г.	Млн.т	7.3	7.0	9.0	23.3
3.	Химический состав:					
	Au	г/т	1.4	1.5	1.3	1.4
	Ag	г/т	2.8	0.2	0.6	1.2
	Pt	%	-	1.15	-	-
	Cu	*-	0.03	0.015	0.025	-
	Pb	*-	0.22	0.01	-	-
	Al	*-	3.14	5.9	7.8	-

	1	2	3	4	5	6
	As	.*-	0.15	0.25	0.002	-
	C	.*-	0.46	0.72	0.55	-
	Mg	.*-	0,65	3.15	1.7	-
	S	.*-	1.85	0.58	0.32	-
	Ca	.*-	1.4	1.7	4.7	-
	Na	.*-	0.73	1.25	1.77	-
	K	.*-	0.88	1.2	1.3	-
4.	Гранулометрический состав:					
	+5	.*-	0.11	0.10	0.1	-
	-5+3	.*-	0.29	0.2	0.2	-
	-3+1	.*-	0.20	0.6	-	-
	-1+0.074	.*-	47.5	46.6	48.2	-
	-0.074+0.044	.*-	37.3	36.1	38.1	-
	-0.044	.*-	37.3	36.1	38.1	-
5.	Удельная масса	т/м <sup>3</sup>	1.45	1.45	1.45	1.45
6.	Влажность	%	0.01	0.02	0.015	-
7.	Запасы золота	Тонн	10.22	10.5	1.7	32.42
8.	Запасы серебра	Тонн	20.44	1.4	5.4	

В основу технологического решения по извлечению золота из хвостов обогащения руд рудников Аксу, Бестобе, Жолымбет положена разработанная ИГД, КазНТУ, МН и ВО РК совместно с Финансово-промышленной корпорацией «Глоба-Казахстан» технологическая схема переработки золотосодержащих хвостов флотации методом кучного щелочно-цианистого выщелачивания золота, сорбционное концентрирование его на сильноосновном анионите АМ-25, регенерация смолы на центральном комплексе КВ Аксу и электролиз товарных регенераторов с осаждением золота на катоде. Технологическая схема включает предварительное окомкование (агломерация) мелкозернистого материала хвостов по крупности 15-30 мм с использованием 5 кг цемента и 2кг извести на тонну хвостов. Для поддержания щелочности на уровне рН-10,5-1,5при складировании хвостов в штабели КВ добавляется СаО (0,6 лг/т). В качестве растворителя применяется слабый раствор цианида натрия с концентрацией 0,06-0,08% NaCN. Цианистые растворы с такой концентрацией хорошо растворяют кислород и являются активными растворителями золота. При более высоких концентрациях цианида скорость растворения золота перестает зависеть от цианида и начинает сказываться парциальное давление кислорода. Концентрация свободного цианида и растворенного кислорода должна поддерживаться на уровне шести молярных соотношений. Десорбция золота ведется элюирующим раствором, состоящим из смеси 9% тиомочевины и 3% серной кислоты в противоточных колоннах. Электролиз товарного регенерата – на

углеграфитовом материале (УВМ) электролизерами ГН-120 с производительностью 2м/час, выходом золота по току 4%, при силе тока 6000А. Прокалка катодного осадка осуществляется выжиганием углеграфитной основы при температуре 500-6000С. В прокаленном катодном осадке содержание золота составляет 900-950г на 1кг осадка. По окончании выщелачивания производится водная отмывка штабелей КВ и обезвреживание хвостов выщелачивания 25% сульфит-бисульфитным раствором аммония до ПДК.

Современные технологические возможности и накопленный опыт позволяют уверенно ориентироваться на извлечение 70-75% золота из накопленного в хвостохранилищах АО «Казахалтын» сырья. В процессе опытно-промышленных работ предусматривается выполнение широкого комплекса НИР по доведению технологии до высоких мировых стандартов и распространению накопленного опыта на другие объекты Казахстана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеральные ресурсы. Объяснительная записка к атласу карт. Мингео. РК. Алматы, 1996. С.10.
2. Кадастр ресурсов и перспективы комплексного использования отходов производства цветной металлургии Казахстана. Изд. Наука КазССР. Алматы. 1987. 23с.
3. Лавриков М.М., Реймер В.И., Станкова Г.А., Худяков В.Ф. Практика применения кучного выщелачивания золотосодержащих руд // Драгоценные металлы и драгоценные камни. 1995. № 12 С.20-21.
4. Строганов Г.А., Дружина Г.Я. Извлечение золота и серебра из хвостов обогащения методом кучного выщелачивания / Цветные металлы. 1997 № 6 С.11-14.
5. Мейерович А.С., Нарсеев А.В. Современная практика извлечения благородных металлов из забалансовых руд и отвальных продуктов за рубежом. М., 1989. Обзор ВИЭМС.
- Водолазов Л.И., Веселова Л.Н. Извлечение урана из растворов кучного и подземного выщелачивания. ЦНИИавтоинформ. М., 19979. С.54-59.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

## ҚАЛДЫҚТАРДАН КЕНДІ ФЛОТАЦИЯЛЫҚ БАЙЫТУ ӘДІСІМЕН АЛТЫН ШЫҒАРУ ГЕОТЕХНОЛОГИЯСЫ

Химия ғылым.канд.  
Техн. ғылым.канд.

Г.К.Бишімбаева  
Г.Е.Чернецов  
Г.К.Садыбеков  
Ш.М.Үмбетова

Алтын кенінің флотациялық байыту қалдықтарының үйінділерін сілтілеу (геотехнологиясы) техникасымен өңдеу арқылы қосымша алтын алу қарастырылған.

Шикізатты агломерациялау, сілтілеу, сорбция-дисорбциялық (сіңіру-шағару) алтынды электрлиздеу тәсілдерін қамтитын технологиялық жүйесі жасалынған алтын өндіру процесстерін жүргізу көрсеткіштері жинақталған.