

УДК 622'17(575.2):574
DOI: 10.36979/1694-500X-2023-23-8-127-131

**ПЕРСПЕКТИВА ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ
ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В КЫРГЫЗСТАНЕ**

Г.Б. Асаналиев

Аннотация. Рассматривается актуальность переработки техногенных образований (некондиционной руды, хвостов обогащения руд) золотодобывающих предприятий в период и после отработки золотосодержащих месторождений. Масштабы и темпы роста скопления отходов горного производства на территории Кыргызстана заставляют задуматься над переработкой техногенных образований в целях рационального использования природных ресурсов и сохранения экологического баланса государства. Рассмотрена перспектива дальнейшей разработки техногенных образований на месторождении Кумтор после перехода его в юрисдикцию государства, а также предварительные технико-экономические предпосылки возможных этапов разработки техногенных образований (лежалых хвостов).

Ключевые слова: техногенные образования; золотоизвлекательная фабрика; хвостохранилище; рекультивация.

**КЫРГЫЗСТАНДА АЛТЫН КАМТЫЛГАН
ТЕХНОГЕНДИК ТҮЗҮЛҮШТӨРДҮ КАЙРА ИШТЕТҮҮНҮН КЕЛЕЧЕГИ**

Г.Б. Асаналиев

Аннотация. Макалада алтын кендерди иштетүү учурунда жана андан кийинки алтын казып алуу ишканаларынын техногендик түзүлүштөрүн (стандарттык эмес руда, тоо-кен калдыктары) кайра иштетүүнүн азыркы этабындагы актуалдуулугу каралат. Кыргызстандын аймагында тоо-кен өндүрүшүнүн калдыктарынын топтолушунун. Масштабы жана өсүү темпи жаратылыш ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу жана мамлекеттин экологиялык балансын сактоо максатында техногендик түзүлүштөрдү кайра иштетүү жөнүндө ойлонууга түрткү берет. Мамлекеттин карамагына өткөндөн кийин Кумтор кениндеги техногендик түзүлүштөрдү андан ары өнүктүрүүнүн келечеги жана техногендик түзүлүштөрдү (эскирген калдыктарды) өнүктүрүүнүн мүмкүн болуучу этаптарын жана алдын ала техникалык-экономикалык өбөлгөлөрдү илимий жактан негиздөө маселелери каралат.

Түйүндүү сөздөр: техногендик түзүлүштөр; алтын бөлүп алуу комбинаты; калдык сактоочу жайлар; бузулган жерлердин түшүмдүүлүгүн калыбына келтирүү.

**THE PROSPECT OF PROCESSING GOLD-BEARING
TECHNOGENIC FORMATIONS IN KYRGYZSTAN**

G.B. Asanaliyev

Abstract. The article discusses the relevance at the present stage of processing of technogenic formations (substandard ore, ore tailings) of gold mining enterprises during and after the development of gold-bearing deposits. The scale and growth rate of accumulation of mining waste in the territory of Kyrgyzstan make us think about the processing of man-made formations in order to rationally use natural resources and maintain the ecological balance of the state. The prospect of further development of technogenic formations at the Kumtor deposit, after the transfer to the jurisdiction of the state and the issues of scientific substantiation of possible stages of development of technogenic formations (stale tailings) and preliminary technical and economic prerequisites.

Keywords: technogenic formations; gold recovery plant; tailings storage facility; reclamation.

Разработка месторождений полезных ископаемых приводит к формированию на поверхности земли значительного объема отходов. В ряде случаев отходы горного производства содержат полезные компоненты в количествах, близких к промышленному значению, и могут быть рентабельно вовлечены в повторную переработку. В этом случае они классифицируются как техногенные месторождения. Исследования последних лет показывают, что объекты вторичного золотосодержащего сырья разнообразны по своей природе, содержанию металла, масштабам накопления и экономической значимости. Вторичные золотосодержащие ресурсы, несмотря на большие объемы, характеризуются относительно низким содержанием золота. Формы его нахождения в техногенном сырье таковы, что сырье является упорным для переработки с использованием традиционных технологических схем. Рост цен на золото предопределил возросший интерес промышленности к техногенным золотосодержащим объектам и разработке новых технологий в золотодобыче. При этом себестоимость извлечения золота из техногенных месторождений значительно ниже, чем при обогащении исходных руд и песков, поскольку из технологической цепочки исключаются дорогостоящие операции, связанные с добычей, дроблением и классификацией.

Масштабы и темпы роста скопления отходов горного производства на территории Кыргызстана заставляют задуматься о переработке техногенных образований в целях рационального использования природных ресурсов и сохранения экологического баланса государства. За последние десятилетия в золотодобывающей отрасли отмечается сокращение геологических изысканий месторождений, дефицит качественного сырья за счет резкого сокращения легкодоступных запасов золота в коренных рудах и россыпях, истощение резервных запасов рудной базы в целом, что отрицательно сказывается на объеме производства золота [1].

Утилизация запасов техногенных образований экономически выгодна вследствие низких энергетических затрат на разрушение горной массы. Масса, находящаяся в отвалах, уже разрушена взрывными работами и требует в случае ее переработки только среднего и мелкого дробления и удельных затрат энергии от 12 до 25 мдж/т вместо 150 мдж/т, которые необходимы в обогащательном переделе. Отходы горного и металлургического производства республики – это большие потенциальные ресурсы, и их освоение возможно осуществить по следующей укрупненной схеме:

- геолого-промышленная оценка залежи;
- организация добычных работ;
- выбор эффективной технологии переработки техногенных образований [2].

В настоящее время в Кыргызстане имеется 133 месторождения золота, общий объем запасов составляет 734 тонны (723 тонны в коренных месторождениях и 6,7 тонны – на россыпных). В общей структуре ресурсов и запасов золота в Кыргызстане на долю техногенных объектов приходится около 7–12 %. С советского периода в республике ведутся разработки на Терексайском золото-сурьмянистом месторождении и золоторудном месторождении «Макмал». Проведенные предварительные исследования и расчеты по месторождению «Макмал» показывают, что в настоящее время на месторождении в хвостохранилище № 1 находятся 11 млн тонн хвостов с содержанием золота от 0,5 до 1 г/т. На двух хвостохранилищах месторождения «Терексай» имеются запасы золота порядка 2,5 т, со средним его содержанием 0,8 г/т, порядка 10 млн тонн забалансовой руды содержанием 0,5–1,5. Общий объем золота в составе хвостов, уложенных в хвостохранилищах ЗДК «Макмала» и двух хвостохранилищах месторождений «Терексай», составляет более 10 тонн.

На одном из крупнейших в мире высокогорных месторождений Кумтор (высота 4500 м) остаточные запасы, согласно данным КОК, на 01.01.2021 г. составляли порядка 200 тонн золота, и еще более 100 тонн аккумулировано в хвостохранилище, порядка 100 тонн – в забалансовых рудах. При этом следует отметить, что на государственном балансе запасов (ГКЗ) золота по месторождению Кумтор на 01.01.2021 г. числилось: 71,9 тонн золота и 36,3 тонн серебра. Согласно официальным данным «Кумтор голд компани», представленным в Госкомиссию в 2021 г., масса хвостов за период разработки месторождения составила порядка 135 млн т со средним содержанием золота в хвостах ЗИФ – 0,783 г/т,

что эквивалентно 106,223 т золота. Между тем, согласно официальным данным КОК, средневзвешенные ежемесячные данные головного опробования абсолютно совпадают с данными, указанными в металлургическом балансе (вплоть до сотых долей), что позволяет предположить, что металлургический баланс составлялся методом компьютерного моделирования без учета фактических данных по переработке, содержанию в руде, хвостах и незавершенном производстве (НЗП). Также имеются факты существенного расхождения данных головного опробования содержания и фактического содержания в руде (таблица 1).

Вместе с тем необходимо отметить, что, согласно официальным данным КОК по расчетным показателям золотоизвлекательной фабрики за период 2019–2022 гг. (таблица 2), содержание золота во флотационных хвостах составило 0,43 и 0,42 г/т, соответственно, что является крайне низким показателем для экономически эффективной отработки техногенного образования. В этой связи немаловажным фактором для перспективной переработки техногенных образований является проведение полного анализа эффективности отработки месторождения. После завершения геологоразведочных работ по всему массиву техногенных образований появится возможность проведения технологических расчетов по комплексному извлечению металлов и сравнения с начальными данными запасов металлов, установленных ГКЗ и лицензионным соглашением.

Таблица 1 – Разница по выпуску Au 2008–2011 гг.

Год	Руда, поступившая на ЗИФ, тонн	Содержание в питании ЗИФ, Au, г/т	Количество металла, кг	Содержания по хим. анализу, Au, г/т	Содержание в конечных хвостах, Au, г/т	Выпуск, т/унций	Разница Me (7-5), кг
2008	5576554	3.89	21693,0	0,55	0,79	17,30/557270	+1295
2009	5779520	3.74	21615,4	0,56	0,87	16,30/524116	+2079
2010	5593691	4.02	22486,6	0,59	0,82	17,66/567845	+1526
2011	5814861	3.8	22096,5	0,73	0,73	18,14/583279	-288
Итого	22764626	3.86	87891,5	0,60	0,80		4612

Таблица 2 – Сравнительная таблица производственных показателей КГК за 2019–2022 гг.

№ п/п	Наименование работ	Год			
		2019	2020	2021	9 мес. 2022
1	Объем горных работ (тыс. тонн)	156439	103 735	202500	124237
2	Объем добытой руды (тыс. тонн)	10 970	705	4790	5238
3	Коэффициент вскрыши	14,26	-	42,3	23,7
4.	Среднее содержание золота в руде (г/т)	2,91	6,64	-	3,67
5	Объем переработанной руды (тыс. тонн)	5 968	6 323	5 942	4519
6	Среднее содержание золота в руде, подаваемой на фабрику (г/т)	3,27	3,69	3,06	3,4
7	Содержание золота во флотационных хвостах (г/т)	0,43	0,42	0,61	0,72
8	Коэффициент извлечения золота (в %)	83,5	81,4	80,07	79,2
9	Произведено золота (в унциях)	600 201	556 136	468136	389357
10	Произведено золота (в тоннах)	18,67	17,30	14,56	12,11



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на себестоимость золотодобывающих предприятий

Существует множество факторов, влияющих на себестоимость произведенной продукции, из которых можно выделить наиболее важные с учетом их специфики, это: географические и горно-геологические условия, а также содержание золота в руде (рисунок 1). При определении весомых факторов необходимо учитывать особенности страны, на территории которой ведется деятельность предприятия. Между тем новое руководство «Кумтор голд компани» строит грандиозные планы по переработке отвальных хвостов золотоизвлекательной фабрики, запасы которых, согласно отчетным данным, составляют 106 тонн, с намерением добычи с техногенного месторождения до 50 тонн золота. Однако проведенные предварительные расчеты показывают, что перспектива данного проекта крайне сомнительна.

В настоящее время наиболее эффективным является удаление хвостов верхних непродуктивных горизонтов и дальнейшая переработка гипергенно-преобразованных продуктивных горизонтов, которая в большинстве случаев производится технологией кучного выщелачивания (КВ). Положительный опыт применения технологии КВ показал: содержание извлекаемого золота при производительности комплекса КВ 300–600 тыс. т в год может составлять 0,65–0,82 г/т, а при объемах переработки свыше 1 млн т – 0,35–0,65 г/т. Сырье, прошедшее через стадию обогащения, упорно для последующей переработки, поэтому при технико-экономическом обосновании повторного его освоения требуется проведение углубленных геолого-технологических исследований под новые, более совершенные технологии. Хвостохранилища представляют интерес и в качестве объектов повторной переработки с целью извлечения золота в случае, если при первичном обогащении не применялось цианирование. Однако случаи успешного извлечения золота из хвостов цианирования, хотя бы в укрупненном лабораторном масштабе, мировой практике не известны.

Как показывает практика, простой и эффективной технологии извлечения золота из отходов золотодобывающей отрасли в промышленном исполнении пока не существует, поэтому освоение большинства техногенных месторождений потребует разработки своих индивидуальных технологий их переработки. Степень промышленного освоения техногенных запасов и, следовательно, воспроизводства минерально-сырьевой базы будет высока у предприятий, которые уделяют достаточное внимание научным исследованиям в области обогащения полезных ископаемых. С учетом современных реалий, данное нововведение требует всемерной поддержки государства, профильных ведомств, государственных научных организаций с привлечением иностранных инвестиций в комплексную оценку прогнозных ресурсов и их дальнейшую переработку [3].

Поступила: 11.08.23; рецензирована: 25.08.23; принята: 30.08.23.

Литература

1. *Гурин К.К.* Исследование и разработка процесса извлечения золота из отходов золотоизвлекательных фабрик / К.К. Гурин. М., 2013. С. 3–5.
2. *Нифадьев В.И.* Эколого-экономические и технологические аспекты освоения техногенных образований в Кыргызстане / В.И. Нифадьев, Ш.А. Мамбетов, Г.Б. Асаналиев // Вестник КРСУ. 2016. Т. 16. № 1. С. 103–105.
3. *Асаналиев Г.Б.* Вопросы правового регулирования отработки техногенных золотосодержащих месторождений в Кыргызской Республике / Г.Б. Асаналиев // Современные проблемы геомеханики. ИГ и ОН НАН КР. 2021. № 42 (3). С. 214–222.