



Научная статья

УДК 550.812.1:662(082)

<https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-1-80-89>

Оценка способов и результатов опробования эфелей и отвалов на рудном месторождении

Икболхон Мамадсахиевич Азизхонов^a, Борис Леонидович Тальгамер^b,
Норали Киямович Усмонов^c

^{a,b}Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

^cГорно-металлургический институт Таджикистана, г. Бустон, Республика Таджикистан

Автор, ответственный за переписку: Азизхонов Икболхон Мамадсахиевич, iqbolkhon.zong-90@mail.ru

Резюме. Целью представленного исследования являлась оценка достоверности результатов опробования хвостов обогащения на экспериментальном участке Терекликан месторождения Канджол (Таджикистан). В ходе исследования было дано описание эфелей и отвалов данного участка. Общая длина опробованного интервала составила 12 м, по геологическим признакам (количеству прожилкового кварцевого материала) он был разделен на два локальных интервала длиной 4 и 6 м соответственно. Каждый вид опробования и каждая составная часть процесса опробования, включая исследование минерального и химического состава руд, играют важнейшую роль в определении качества и количества рудной массы (руды), исследование же минерального и химического состава руд применяется при производстве поисково-разведочных работ на рудные полезные ископаемые (свинец, цинк, олово, золото, медь, алюминий, марганец и др.). В ходе работ авторами была обоснована целесообразность вовлечения в эксплуатацию техногенных отложений, сформированных при добыче цветных металлов. Представлена методика и результаты бороздового опробования, выполнена оценка его достоверности. Изложена методика и приведены результаты физико-химического исследования хвостов обогащения с использованием спектрального анализа и атомно-абсорбционного метода. Установлено промышленное значение древних эфелей и отвалов, а также достаточное для разработки содержание в них ценных компонентов. Предложена приемлемая технология переработки эфелей и отвалов при вовлечении их в эксплуатацию.

Ключевые слова: техногенные месторождения, бороздовое опробование, контрольное опробование, вещественный анализ

Для цитирования: Азизхонов И. М., Тальгамер Б. Л., Усмонов Н. К. Оценка способов и результатов опробования эфелей и отвалов на рудном месторождении // Науки о Земле и недропользование. 2022. Т. 45. № 1. С. 80–89. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-1-80-89>.

Original article

Evaluation of methods and results of dredging waste and dump sampling at ore deposit

Ikbolkhon M. Azizkhonov^a, Boris L. Talgamer^b, Norali K. Usmonov^c

^{a,b}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

^cMining and Metallurgical Institute of Tajikistan, Buston, Tajikistan

Corresponding author: Ikbolkhon M. Azizkhonov, iqbolkhon.zong-90@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to assess the reliability of sampling results of concentration tailings at the experimental site of Tereklikan of Kanjol deposit (Tajikistan). The study involves the description of dredging waste and dumps of the site under investigation. The total length of the sampled interval is 12 m. It was divided into two local intervals of 4 and 6 m long according to geological features (amount of veined quartz material). Each type and component of the sampling process including the study of the mineral and chemical composition of ores is of utmost importance in the determination of the quality and quantity of the ore mass (ore), whereas the study of ore mineral and chemical composition is used during prospecting and exploration works for ore minerals (lead, zinc, tin, gold, copper, aluminum, manganese, etc.). The authors substantiate the feasibility for technogenic deposits formed under non-ferrous metals mining to be involved in operation. The methodology and channel sampling results are presented and the reliability of the latter is assessed. The methodology and results of physico-chemical research of concentration tailings via spectral analysis and atomic absorption method are

© Азизхонов И. М., Тальгамер Б. Л., Усмонов Н. К., 2022



given. The industrial significance of ancient dredging waste and dumps as well as the content of valuable components sufficient for their development has been established. An acceptable technology of dredging waste and dumps processing when involved into operation has been proposed.

Keywords: technogenic deposits, channel sampling, control sampling, material analysis

For citation: Azizkhonov I. M., Talgamer B. L., Usmonov N. K. Evaluation of methods and results of dredging waste and dump sampling at ore deposit. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth sciences and subsoil use*. 2022;45(1):80-89. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-1-80-89>.

Введение

В настоящее время на территории Северного Таджикистана существует несколько горно-обогатительных фабрик, которые выпускают концентраты, являющиеся сырьем для металлургических комбинатов. При этом полный цикл металлургической переработки с выпуском готового металла и изделий из них, а также переработкой отходов металлургического производства, к сожалению, до сих пор не введен в эксплуатацию¹ [1, 2]. Временное же захоронение отходов горнодобывающей промышленности, в свою очередь, является мощным резервом для повышения эффективности комплексного использования минеральных ресурсов в будущем² [3, 4].

Вовлечение в эксплуатацию отходов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности является важным фактором интенсификации ресурсоемкости. Это происходит потому, что в данном случае мощность и эффективность использования минерально-сырьевого комплекса повышаются без увеличения добычи сырья за счет дополнительных объемов и видов продукции, снижения общих затрат на их производство, снижения темпов развития собственной сырьевой базы и мощностей по ее освоению [5, 6].

Отвальные хвосты содержат значительное количество ценных компонентов, и их комплексная переработка может существенно расширить сырьевую базу для производства благородных металлов [7]. Кроме этого, вовлечение в эксплуатацию хвостов обогащения позволяет существенно сократить негативное воздействие отходов горно-обогатительного производства на окружающую среду

и значительно уменьшить площадь нарушенных земель³ [8].

Ввиду всего вышесказанного нужно отметить, что одной из важнейших задач в рассматриваемой области является разработка критериев для сравнения перспектив использования отходов в горнодобывающей промышленности того или иного вида продукции.

Материалы и методы исследования

В период с 1959 по 1967 гг. месторождение Канджол планомерно разведывалось Канджолской геологоразведочной партией Управления геологии Таджикской Советской Социалистической Республики. В 1976–1978 гг. Среднеазиатской экспедицией была проведена геолого-экономическая переоценка месторождения. При производстве геолого-съёмочных работ Канджолской геологоразведочной партией были проведены разведочные работы на площади 2500 древних выработок с большим количеством отвалов. Кроме того, выделены площади древних эфелей [9]. Большинство площадей было опробовано на серебро отдельными пересечениями (канавами) или взятием горстьевых проб (рис. 1). В результате проведенных Среднеазиатской экспедицией работ по разведке эфелей и отвалов центральной части участка Терекликан была установлена перспективность освоения запасов руды древних эфелей и отвалов.

Изучение технологических свойств полезного ископаемого обычно проводится с использованием специальных технологических проб, которые исследуются в зависимости от уровня изученности и масштаба месторождения

¹ О драгоценных металлах и драгоценных камнях: закон Республики Таджикистан № 21 от 12.05.2001 г. [Электронный ресурс]. URL: https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=2336 (14.12.2021).

² Абдурахимов С. Я. Проблемы изменения, рационального использования и охраны геологической среды в Таджикистане: дис. ... д-ра геол.-минерал. наук: 25.00.36. Пермь, 2003. 325 с.

³ Голик В. И. Природоохранные технологии разработки рудных месторождений: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2014. 190 с.

**а****б****Рис. 1. Отбор проб на участке Терекликан месторождения Канджол:***а – общий вид борта канавы; б – место отбора пробы эфелей***Fig. 1. Sampling at the Tereklikan site of the Kanjol deposit:***а – general view of the pit wall; б – site of dredging waste sampling*

в лабораторных, полупромышленных и заводских (промышленных) условиях. В практике геологоразведочных работ применяется несколько способов отбора рядовых проб: бороздовый, задииковый, керновый, шпуровой, точечный и способ вычерпывания. Каждый из них применяется в конкретных условиях изучаемого месторождения и зависит как от типа и размеров рудных тел, так и от методов поисков и разведки этого месторождения⁴ [10]. В ходе представленного исследования авторами было проведено определение химического и / или минерального состава изучаемых минералов с целью установления содержания полезных и вредных компонентов / минералов. Используемый авторами тип отбора проб обычно применяется при разведке рудных минералов (свинец, цинк, олово, золото, медь, алюминий и т. д.) [11].

В качестве основного объекта исследования для оценки возможности переработки промышленных отходов был выбран участок Терекликан месторождения Канджол. В ходе исследовательской работы была изучена возможность дополнительного извлечения из отходов ценных компонентов [12, 13].

Результаты исследования и их обсуждение

Как известно, наиболее важной задачей при оценке месторождений является выполнение опробования полезного ископаемого, то есть изучение его качества для получения достоверной информации о среднем содержании в нем ценных компонентов. В связи с этим в ходе данного исследования весь процесс изучения борозд, проводимый механизированным способом с использованием прободоборника алмазного диска, находился под постоянным геологическим наблюдением и контролем. Вес отобранных проб регулярно проверялся путем сравнения фактического веса проб с теоретическим⁵.

Предлагаемый вариант бороздового опробования применялся для характеристики минерализованных рудных зон и зон окорудных изменений, вскрытых канавами. Он с уверенностью может быть назван новым подходом к изучению хвостов обогащения.

Способ борозды чаще всего применяется при исследовании рудных тел в естественных обнажениях и выемках горных выработок (траншеях, разрезах, карьерах, шахтах и т. д.)

⁴ Ермолов В. А. Геология: учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 2. Разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. М.: Изд-во МГГУ, 2005. 392 с.

⁵ Петруха Л. М. Разведка месторождений полезных ископаемых: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. 246 с.



и на всех этапах разведки, а также эксплуатационных работ. Он используется для того, чтобы выяснить минеральный и химический состав руд [14]. Большую роль играет при этом способ опробования выбор направления борозды. Оно должно обязательно совпадать с направлением максимальной изменчивости (невыдержанности) распределения оруденения в рудном теле. Таким направлением в большинстве случаев является направление истинной мощности рудного тела – направление вкрест простирания рудного тела⁶.

Длина пробы борозды определяется толщиной рудного тела или опробуемого интервала и его равномерностью. Она изменяется от 0,3–0,4 до 3–4 м. При неоднородном строении рудного тела отбираются секционные пробы при длине секции не менее 0,2–0,3 м по каждой разновидности руды. Бороздовые

пробы длиной более 1 м взяты из мощных руд с однородной структурой и составом (рис. 2, 3).

Поперечное сечение борозды чаще всего является прямоугольным, реже треугольным. Ширина борозды принимается, как правило, больше глубины. Поперечное сечение бороздовой пробы зависит от мощности толщины рудной зоны и характера распределения в ней рудных компонентов [15].

Таким образом, опробование является одной из главных операций, производимых непосредственно в полевых условиях на рудных и других месторождениях твердых полезных ископаемых. Этот вид работ позволяет достоверно оконтурить рудные тела и оценить качество исследуемых руд, выбрать после соответствующих испытаний объективную методику обогащения руд и проводить рациональный металлургический передел минерального сырья или концентрата.

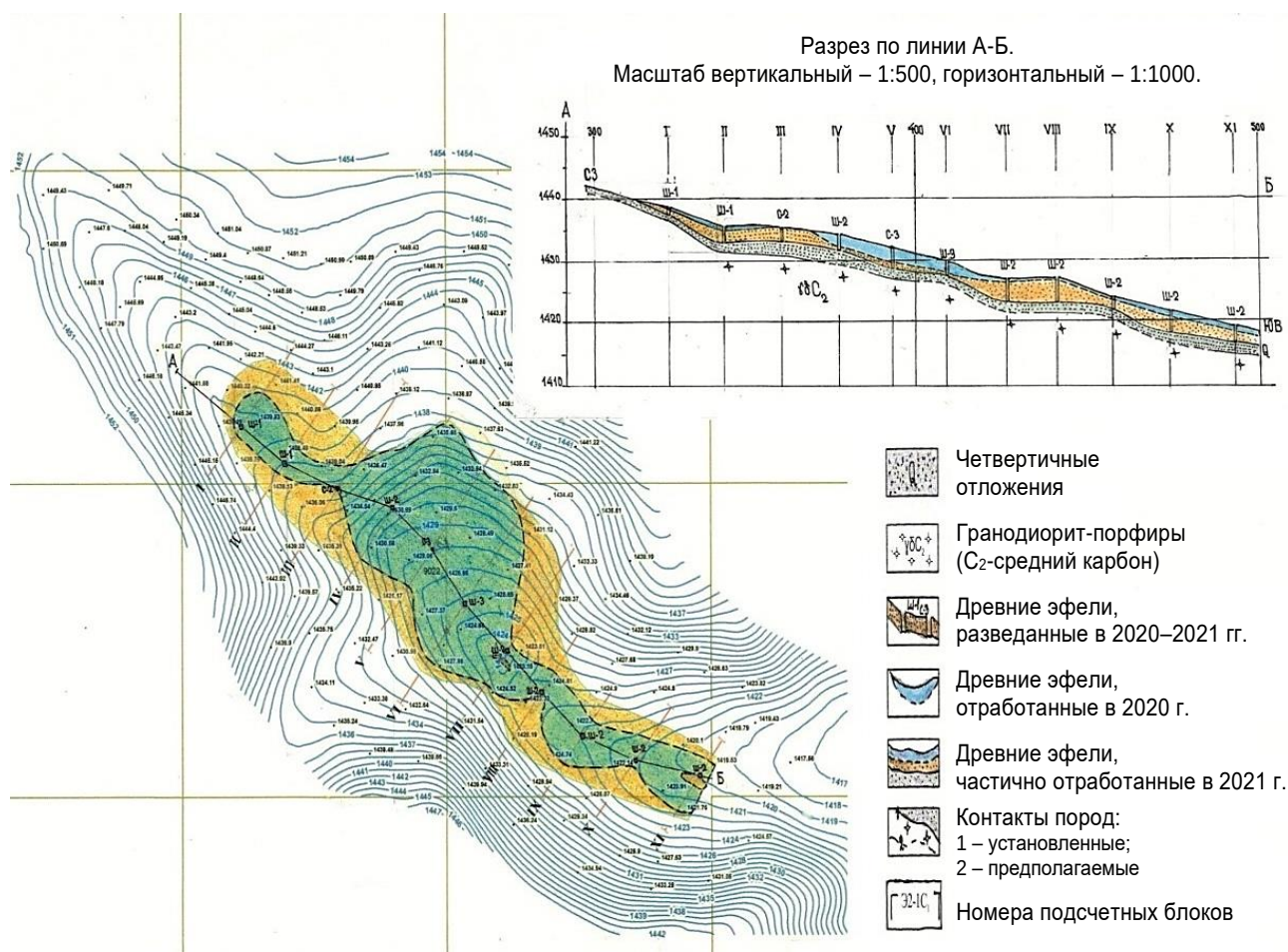


Рис. 2. План опробования эфелей
Fig. 2. Dredging waste testing plan

⁶ Плякин А. М. Опробование твердых полезных ископаемых: метод. указания. Ухта: Изд-во УГТУ, 2009. 23 с.

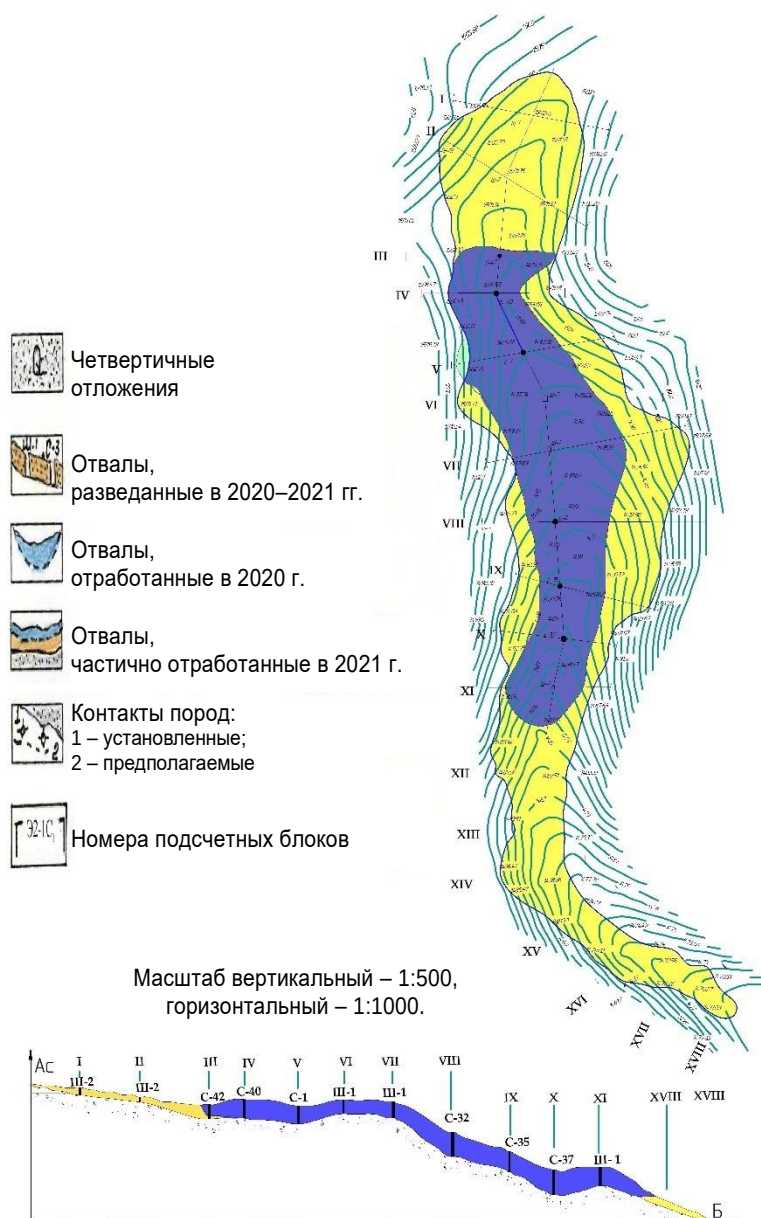


Рис. 3. План опробования отвалов
Fig. 3. Dump testing plan

Опробование является основным методом выявления истинных размеров выявленного месторождения полезного ископаемого, а также обнаружения особенностей распределения в рудах полезных и вредных компонентов.

С целью определения достоверности рядового бороздового опробования с сечением 8×12 см (длина проб – 2,5 м) в тех же интервалах были отобраны бороздовые пробы длиной 2,5 м с сечением 6×24 см с каждой стороны рядовой борозды с последующим объединением их в одну пробу с целью максимального «сближения» рядового и контрольного опробования. Общая длина опробованного интервала составила 12 м, по геологиче-

ским признакам (количеству прожилкового кварцевого материала) он был разделен на два локальных интервала длиной 4 и 6 м соответственно.

Каждый вид и составная часть процесса опробования, включая исследование минерального и химического состава руд, играют важнейшую роль в определении качества и количества рудной массы (руды) [16, 17]. В связи с этим каждому из них должны сопутствовать контрольные процессы: контролю процесса пробоотбора – весовой способ или более надежный способ опробования (например, бороздовое опробование можно проконтролировать валовым опробованием); таким



же способам контроля подлежат способы обработки проб, способы химического, минералогического и любых других видов аналитических методов исследования минерального вещества.

В современной науке и технике для определения химического состава веществ используется множество различных методов [18, 19]. Минерал, найденный геологами, и новые вещества, полученные химиками, отличаются прежде всего по составу. Точное знание химического состава этого сырья необходимо для правильного выполнения технологических процессов в различных отраслях промышленности. Методы химического анализа не всегда отвечают требованиям технологии и науки. Ввиду этого в практику вводятся фи-

зико-химические и физические методы исследования, которые являются более точными. Одним из наиболее важных среди этих методов является метод спектрального анализа, имеющий несколько преимуществ. Открытие спектрального анализа произвело большое впечатление на современников и имело большое значение для развития знаний об окружающем мире⁷ [20].

При изучении отобранных в ходе проведенного авторами исследования проб особое внимание было уделено изучению вещественного состава их основных компонентов с использованием химического, фазового и спектрального анализов (рис. 4). Результаты исследования состава проб приведены в табл. 1 и 2.



Рис. 4. Проведение спектрального анализа проб в лаборатории
Fig. 4. Spectral analysis of samples in the laboratory

Таблица 1. Результаты анализа проб атомно-абсорбционным методом на золото и серебро
Table 1. Analysis results of the samples made by the atomic absorption method for gold and silver

Номер пробы	Координаты			Место взятия пробы в выработке	Длина (интервал) пробы, м	Вес пробы, кг	Au, г/т	Ag, г/т
17008	40°36545	06945181	1220 м	Эфель	2	6,95	0,28	65,3
17009	40°36522	06945189			1,8	5,05	0,15	44,4
17010	40°36488	06945173			12	7,1	0,16	13
17014	40°36429	06945227			1,7	4,95		35,7
17015	40°36413	06945254	1127 м	Отвал	2	5,25	0,19	45,2
17016	40°36403	06945120	1121 м		2	6,95	0,1	5,7
17020	40°36714	06945180	1140 м		1,8	6,1	0,18	18,9
17021	40°36709	06945232	1224 м		1,9	6,2	0,06	32,9
17022	40°36683		1230 м	Эфель	17	4,95	0,12	30,5
17023	40°36980	06945613	1120 м		1,7	5	0,014	29,1
17024	40°36967	06945620	1100 м		1,8	5,65	0,22	22,4
17025	40°36706	06945606	1205 м		1,9	5,8	0,38	58,8
17026	40°36994	06945631	1130 м		1,8	6,1	0,48	45,7

⁷ Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. Аналитическая химия: теоретические основы и лабораторный практикум: учеб пособие. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа. М.: Колос, 2011. 352 с.



Таблица 2. Результаты исследования химического состава эфелей и отвалов
Table 2. Study results of chemical composition of dredging waste and dumps

Тело полезного ископаемого	Площадь, м ²	Средняя мощность, м	Объем руды, м ³	Объемный вес, т/м ³	Запасы руды, т	Содержание компонентов			Запасы металла		
						Pb, %	Zn, %	Ag, г/т	Pb, т	Zn, т	Ag, кг
Эфель-2 (забаланс.)	10854	1,65	17936	2	35870	0,3	0,78	166,5	108	279	5973
	512	0,67	344		688			155,6	2,06	5,37	107
Эфель-3 (забаланс.)	2726	1,14	3109		6200		0,77	143	19	48	887
	2402	1,06	2555		5110			113,1	15,3	39,3	578
Итого по эфелям 2 и 3 (забаланс.)	13580	1,55	21045		42090		0,78	162,9	126,3	328	6860
	2914	0,99	2899		5798		0,77	118,1	17,4	44,6	685
Эфель 4	10866	1,07	11585		23180	0,15	0,14	112,4	34,8	32,4	2605,4
Отвал 1 Б-1-С1	19000	1,5	28500		57000	–	–	75,9	–	–	4326,3
		1,8	34200		68400	–	–	41,5	–	–	2838,6
Итого по эфелю 4 и Б-1-С1, отвалу 1 (баланс.)	29866	1,3	40085		80180	–	–	94,2	–	–	6931,7
		1,53	45785		91580	–	–	59,4	–	–	5444

В результате анализа материального состава посеребренных руд древнего эфеля и отвалов месторождения Канджол было установлено, что пробы представляют серебряные частично окисленные руды, содержащие кроме серебра золото, свинец и цинк. В эфелях и отвалах пробы по вещественному составу схожи и отличаются количественным соотношением слагающих их компонентов. При анализе данных опробования, отличающихся высокой асимметрией распределения полезного компонента, рекомендуется предварительно проводить учет высоких проб и ограничивать их влияние одним из известных способов. Исходя из параметров отвалов и эфелей, их горнотехнической характеристики и местоположения, разработку техногенных отложений целесообразно осуществлять с применением экскаваторно-автотранспортного комплекса с последующим извлечением ценных компонентов путем кучного выщелачивания.

Закключение

На основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

– по результатам бороздового опробования и минералогического анализа пород древних эфелей и отвалов установлено их промышленное значение;

– главными ценными компонентами эфелей и отвалов являются серебро и золото, к попутным (промышленно-ценным) их компонентам относятся свинец и цинк;

– проведенное механизированным способом бороздовое переопробование канав предшественников показало занижение содержания серебра при ручном (с помощью зубила) способе бороздового опробования;

– для благоприятных условий залегания техногенных отложений рекомендуются механизированные способы опробования, которые позволяют увеличить объем проб и сократить сроки их отбора.

Список источников

1. Хакимов Н., Назаров Х. М., Мирсаидов И. У. Физико-химические и технологические основы переработки отходов промышленности. Душанбе: Мавлави, 2012. 120 с.
2. Абдурахимов С. Я., Абдурахимова М. М., Мадаминаова Я. Геологические прогнозирование техногенных объектов Северного Таджикистана // Ученые

записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. 2009. № 15. С. 110–125.

3. Абдурахимов С. Я. Инновационно-геоэкологические проблемы природно-техногенного разнообразия Таджикистана. Худжанд: Нури маърифат, 2014. 429 с.



4. Абдурахимов С. Я. Рациональное природопользование в Таджикистане // *Аграрная наука*. 2003. № 6. С. 24–25.
5. Буткевич Г. Р. Проблемы вовлечения отходов горнодобывающего производства в хозяйственную деятельность // *Строительные материалы*. 2013. № 7. С. 62–65.
6. Дерягин А. А., Котова В. М., Никольский А. Л. Оценка перспектив вовлечения в эксплуатацию техногенных месторождений // *Маркшейдерия и недропользование*. 2001. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://geomar-nedra.ru/articles/mineral-resources/176-assessment-of-prospects-of-technogenic-deposits-development.html> (14.12.2021).
7. Лукомская Г. А., Пилецкий В. М. Извлечение меди, золота и серебра из отвальных продуктов методом кучного тиосульфатного выщелачивания // *Горный журнал*. 2002. № 3. С. 10–12.
8. Маслобоев В. А., Селезнев С. Г., Макаров Д. В., Светлов А. В., Оценка экологической опасности хранения отходов добычи и переработки медно-никелевых руд // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2014. № 3. С. 138–153.
9. Саидов Х. Пересчет запасов древних эфелей и отвалов участка Терекликан месторождения Канджол Республики Таджикистан. Истиклол, 2019. 63 с.
10. Санакулов К. С. К вопросу обоснования и разработки технологии переработки отходов горно-металлургических производств // *Горный вестник Узбекистана*. 2009. № 1. С. 27–38.
11. Санакулов К. С. Концептуальные основы решение проблем переработки техногенного сырья // *Горный вестник Узбекистана*. 2019. № 2. С. 42–56.
12. Иванов А. И., Агеев Ю. Л., Конкин В. Д. К оценке достоверности бороздового опробования жильно-прожилковых рудных зон с крупным золотом на примере Светловского рудного поля (Бодайбинский рудный район) // *Отечественная геология*. 2017. № 4. С. 81–89.
13. Азизхонов И. М., Тальгамер Б. Л. Оценка целесообразности вовлечения в эксплуатацию древних эфелей и отвалов участка Терекликан месторождения Канджол // *Известия академии наук республики Таджикистан. Отделение общественных наук*. 2021. № 1. С. 46–54.
14. Снетков В. И., Соловьев А. А. Методический подход к оценке достоверности данных разведки и опробования на примере рудного месторождения золота // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2015. № 4. С. 287–296.
15. Wei Z. A., Yin G., Wan L., Li G. A case study on a geotechnical investigation of drainage methods for heightening a tailings dam // *Environmental Earth Sciences*. 2016. Vol. 75. Iss. 2. P. 106. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5029-8>.
16. Ткач С. М., Баракаева И. Д., Омеляненко П. А. Представительное опробование и статистическое обследование запасов руд // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2007. № 8. С. 49–54.
17. Разбиралова А. А., Шмелев К. М. Комплексное использование сырья в химической промышленности // *Успехи в химии и химической технологии*. 2014. Т. 28. № 7. С. 47–49.
18. Самихов Ш. Р., Зинченко З. А. Бобохонов Б. А. Полупромышленные испытания отвального выщелачивания забалансовой руды месторождения Джилау // *Золото и технологии*. 2013. № 3. С. 45–49.
19. Ревенко А. Г. Физические и химические методы исследования горных пород и минералов в аналитическом центре ИЗК СО РАН // *Геодинамика и тектонофизика*. 2014. Т. 5. № 1. С. 101–114. <https://doi.org/10.5800/GT-2014-5-1-0119>.
20. Кривошеев В. И., Лупов С. Ю. О некоторых возможностях и проблемах современного цифрового спектрального анализа // *Вестник Нижегородского университета им. К. И. Лобачевского*. 2011. № 5. С. 109–117.

References

1. Khakimov N., Nazarov Kh. M., Mirsaidov I. U. *Physico-chemical and technological bases for industrial waste processing*. Dushanbe: Mavlavi; 2012. 120 p. (In Russ.).
2. Abdurakhimov S. Ya., Abdurakhimova M. M., Madaminova Ya. Geological forecasting of technogenic objects in Northern Tajikistan. *Uchenye zapiski Khudzhandskogo gosudarstvennogo universiteta im. akademika B. Gafurova. Seriya: Estestvennye i ekonomicheskie nauki*. 2009;15:110-125. (In Russ.).
3. Abdurakhimov S. Ya. *Innovative and geoecological problems of natural and technogenic diversity of Tajikistan*. Khujand: Nuri ma'rifat; 2014. 429 p. (In Russ.).
4. Abdurachimov S. Ya. Rational use of nature in Tad-jikistan. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*. 2003;6:24-25. (In Russ.).
5. Butkevich G. R. Problems of mining waste involvement in economic activity. *Stroitel'nye materialy = Construction Materials*. 2013;7:62-65. (In Russ.).
6. Deryagin A. A., Kotova V. M., Nikol'skii A. L. The assessment of prospects of technogenic deposits development. *Marksheideriya i nedropol'zovanie*. 2001;1. Available from: <http://geomar-nedra.ru/articles/mineral-resources/176-assessment-of-prospects-of-technogenic-deposits-development.html> [Accessed 14th December 2021]. (In Russ.).
7. Lukomskaya G. A., Piletskii V. M. Extraction of copper, gold and silver from waste products by heap thiosulfate leaching. *Gornyi zhurnal*. 2002;3:10-12. (In Russ.).
8. Masloboev V. A., Makarov D. V., Svetlov A. V., Seleznev S. G. Assessment of eco-hazard of copper-nickel ore mining and processing waste. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh*. 2014;3:138-153. (In Russ.).
9. Saidov Kh. *Recalculation of the reserves of ancient dredging waste and dumps of the Tereklikan site of the Kanjol deposit of the Republic of Tajikistan*. Istiklol; 2019. 63 p. (In Russ.).



10. Sanakulov K. S. To substantiation and development of technology for mining and metallurgical industry waste processing. *Gornyi vestnik Uzbekistana = Mining bulletin of Uzbekistan*. 2009;1:27-38. (In Russ.).

11. Sanakulov K. S. Conceptual bases for solving the problems of processing technological raw materials. *Gornyi vestnik Uzbekistana = Mining bulletin of Uzbekistan*. 2019;2:42-56. (In Russ.).

12. Ivanov A. I., Ageev Yu. L., Konkin V. D. Reliability assessment of trenching vein-stringer ore zones containing coarse gold exemplified by Svetlovskoye ore field (Bodaibo ore district). *Otechestvennaya Geologiya = National Geology*. 2017;4:81-89. (In Russ.).

13. Azizhonov I. M., Talgamer B. L. Assessment of the feasibility of involving the ancient ephels and dumps of the Tereklikan section of the Kandzhol deposit into operation. *Izvestiya akademii nauk respublikhi Tadzhikistan. Otdelenie obshchestvennykh nauk = News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Social Sciences*. 2021;1:46-54. (In Russ.).

14. Snetkov V. I., Solov'yov A. A. Methodical approach to the assessment of reliability of the intelligence data and approbation on the example of the ore gold deposit. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2015;4:287-296. (In Russ.).

15. Wei Z. A., Yin G., Wan L., Li G. A case study on a geotechnical investigation of drainage methods for heightening a tailings dam. *Environmental Earth Sciences*. 2016;75(2):106. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5029-8>.

16. Tkach S. M., Barakaeva I. D., Omel'yanenko P. A. Representative sampling and statistical survey of ore reserves. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten' = Mining informational and analytical bulletin*. 2007;8:49-54. (In Russ.).

17. Razbiralova A. A., Shmelev K. M. Complex use of raw materials in the chemical industry. *Uspekhi v khimii i khimicheskoi tekhnologii = Advances in Chemistry and Chemical Technology*. 2014;28(7):47-49. (In Russ.).

18. Samikhov Sh. R., Zinchenko Z. A. Bobokhonov B. A. Semi-industrial testing of dump leaching of Dzhilau deposit off-balance ore. *Zoloto i tekhnologii*. 2013;3:45-49. (In Russ.).

19. Revenko A. G. Physical and chemical methods of researching rocks and minerals in the analytical centre of the Institute of the Earth's Crust, SB RAS. *Geodinamika i tektonofizika = Geodynamics & Tectonophysics*. 2014; 5(1):101-114. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2014-5-1-0119>.

20. Krivosheev V. I., Lupov S. Yu. On some opportunities and problems of modern digital spectral analysis. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. K. I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod*. 2011;5:109-117. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors



Азизхонов Икболхон Мамадсахиевич,
аспирант,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия,
iqbolkhon.zong-90@mail.ru.
Ikbolkhon M. Azizkhonov,
Postgraduate Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia,
iqbolkhon.zong-90@mail.ru.



Тальгамер Борис Леонидович,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия,
talgamer@istu.edu,
<https://orcid.org/0000-0003-1413-0116>.
Boris L. Talgamer,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Head of the Department of Mineral Deposits Development,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia,
talgamer@istu.edu,
<https://orcid.org/0000-0003-1413-0116>.



Усмонов Норали Киямович,
старший преподаватель кафедры геологии и нефтегазовых работ,
Горно-металлургический институт Таджикистана,
г. Бустон, Республика Таджикистан,
noralievusmonov@mail.ru.
Noraliev K. Usmonov,
Senior Lecturer of the Department of Geology and Oil and Gas Works,
Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan,
Buston, Tajikistan,
noralievusmonov@mail.ru.

Вклад авторов / Contribution of the authors

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 17.12.2021; одобрена после рецензирования 20.01.2022; принята к публикации 25.02.2022.

The article was submitted 17.12.2021; approved after reviewing 20.01.2022; accepted for publication 25.02.2022.