

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РЕАГЕНТА ЦИАНЭТИЛДИТИОКАРБАМАТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ И СЕРЕБРА ИЗ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ СОЛНЕЧНОГО ГОКА

Т.Н. Матвеева¹, Н.К. Громова¹, Л.Б. Ланцова¹, О.И. Гладышева¹

¹ Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва, Россия,
e-mail: tmatveyeva@mail.ru

Аннотация: Лежалые хвосты переработки богатых полиметаллических руд являются важным минеральным источником ценных компонентов. Запасы цветных и благородных металлов в накопленных хвостохранилищах зачастую могут превышать их запасы в бедных рудах, поступающих или планируемых к повторной переработке. При этом наличие окисленных минеральных образований, тонкая вкрапленность, метаморфизованная поверхность минералов целевых металлов являются объективными причинами, осложняющими эффективное применение традиционных технологий. Разработка и применение новых селективных реагентов направленного действия способно обеспечить условия для повышения извлечения цветных и благородных металлов из данного вида сырья. Изучение эффективности применения нового реагента класса дитиокарбаматов – S-цианэтил N,N-диэтилдитиокарбамата (ЦЭДЭТК) показало возможность повышения извлечения сульфидов меди и серебра из лежалых хвостов Солнечного ГОКа. Методами аналитической сканирующей электронной и лазерной микроскопии доказана адсорбция реагента на поверхности минерала с образованием устойчивого гидрофобного соединения с медью, обеспечивающего повышение гидрофобности и флотуемости минерала по сравнению с применением бутилового ксантогената. В условиях флотации лежалых хвостов Солнечного ГОКа применение нового реагента ЦЭДЭТК как при замене части ксантогената, так и при дополнительном расходе реагента, обеспечивает повышение извлечения меди на 7–9%, извлечения серебра на 3–4% при снижении извлечения мышьяка на 2–3% в черновой медный концентрат.

Ключевые слова: обогащение, извлечение, флотация, лежалые хвосты, реагент цианэтилдитиокарбамат.

Благодарность: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00149, <https://rscf.ru/project/22-17-00149/>.

Для цитирования: Матвеева Т. Н., Громова Н. К., Ланцова Л. Б., Гладышева О. И. Экспериментальное обоснование применения реагента цианэтилдитиокарбамата для повышения извлечения меди и серебра из лежалых хвостов Солнечного ГОКа // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 1. – С. 119–129. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_1_0_119.

Experimental justification of cyanoethyl dithiocarbamate usability toward enhanced copper and silver recovery from old waste at Solnechny GOK

T.N. Matveeva¹, N.K. Gromova¹, L.B. Lantsova¹, O.I. Gladysheva¹

¹ Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: tmatveyeva@mail.ru

Abstract: Old waste of high-grade complex ore processing is a critical source of valuable mineral components. The reserves of base and noble metals accumulated in waste storages can often increase the content of these metals in low-grade ore meant or scheduled for recycling. In the meanwhile, oxidation, fine dissemination and metamorphic surface of minerals bearing target metals are the objective difficulties for the conventional technologies to be efficient. Development and application of new selective agents of directed action can ensure conditions for the enhanced recovery of base and noble metals from the mentioned type of raw materials. The effectiveness analysis of a new agent from the class of dithiocarbamates—S-cyanoethyl N,N-diethyl dithiocarbamate (CEDETC) demonstrates feasibility of enhanced recovery of copper and silver sulfides from old waste at Solnechny GOK. The analytical scanning electron and laser microscopy techniques proved the agent adsorption at mineral surface with formation of a stable hydrophobic compound with copper, which stimulated the hydrophobic behavior and flotation activity of minerals better as against the use of butyl xanthate. In flotation of old waste at Solnechny GOK, the new agent CEDETC, both in replacement of some xanthate and in case of extra consumption, ensures the increase in the copper and silver recovery by 7–9% and 3–4%, respectively, in the rough copper concentrate at the reduced yield of arsenic by 2–3%.

Key words: processing, recovery, flotation, old waste, cyanoethyl dithiocarbamate agent.

Acknowledgements: The study was supported by the Russian Science Foundation, Grant No. 22-17-00149, <https://rscf.ru/project/22-17-00149/>.

For citation: Matveeva T. N., Gromova N. K., Lantsova L. B., Gladysheva O. I. Experimental justification of cyanoethyl dithiocarbamate usability toward enhanced copper and silver recovery from old waste at Solnechny GOK. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023;(1):119-129. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_1_0_119.

Введение

Актуальной технологической, экономической и экологической задачей горно-металлургических предприятий является повышение полноты извлечения цветных и благородных металлов, как из первичных руд, так и из техногенных минеральных образований: накопленных и текущих отходов горно-металлургических производств, с одновременным снижением нагрузки на окружающую

среду. Различные минеральные формы целевых металлов, тонкая вкрапленность, изменчивость физико-химических и адсорбционных свойств минералов являются природными причинами, осложняющими эффективное применение традиционных технологий извлечения цветных и благородных металлов.

Необходимость повторной переработки рудной массы из хвостохранилищ очевидна, поскольку их разработка поз-

воляет одновременно решать целый ряд экономических, социальных и экологических проблем. Однако повторная переработка текущих и лежалых хвостов обогащения традиционными технологическими способами не обеспечивает достаточную степень разделения и высокое извлечение металлов, что сопровождается значительными потерями ценных компонентов — до 35% Cu, до 40% Zn, до 50% Pb, до 50% благородных металлов [1]. Кроме этого, качество полученных концентратов зачастую не соответствует требованиям, предъявляемым к ним на последующих технологических стадиях.

В то же время запасы полезных компонентов в накопленных хвостохранилищах зачастую могут быть выше, чем в бедных рудах. Так, подсчет суммарных ориентировочных запасов полезных компонентов в лежалых хвостах Солнечного ГОКа, выполненный на основе минералого-геохимического исследования, показал, что как по основным металлам, так и по редким элементам эти хвостохранилища можно считать техногенными месторождениями, практически готовыми к повторной переработке. Запасы меди оцениваются в 64 тыс. т, свинца 19 тыс. т, олова 25 тыс. т, цинка 8 тыс. т, серебра 55 т [2, 3].

Учитывая комплексный вещественный состав и эмульсионную вкрапленность минералов в хвостах обогащения полиметаллических руд, переработка столь сложных минеральных объектов предполагает комбинированные технологические схемы, в которых флотационные методы играют ключевую роль [4–6]. В последнее время разработки в области поиска более селективных собирателей получили активное развитие, например, для флотации упорных медных, медно-мышьяковых, медно-никелевых руд [7–10]. Важным направлением также является выбор композиций ионо-

генных и неионогенных собирателей для извлечения цветных и благородных металлов из труднообогатимых руд [11–13].

Несмотря на определенные успехи, поиск хелатообразующих реагентов направленного действия на основе исследования механизма их воздействия на низкоразмерные минеральные комплексы является актуальной научной задачей, практическое значение которой в разработке и применении эффективных реагентных режимов флотационного извлечения ценных компонентов из бедных руд и техногенных продуктов [14–16].

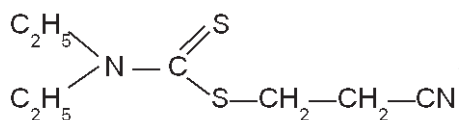
В ИПКОН РАН в рамках научной школы академика В.А. Чантурия выполнен комплекс теоретических и экспериментальных работ по исследованию, разработке и апробации новых классов комплексообразующих реагентов-собирателей для извлечения цветных и благородных металлов из труднообогатимых руд и хвостов их переработки [17–20]. В частности, реагенты класса дитиокарбаматов, в молекулах которых карбодитионовая группа связана с атомом азота N-C(S)SH, более селективны по сравнению с ксантогенатом в отношении сульфидов меди, свинца, цинка и золота благодаря наличию в структуре молекулы функциональных групп атомов, способных образовывать устойчивые соединения с ионами цветных и благородных металлов и повышать гидрофобные свойства целевых минералов в условиях флотации. Кроме этого, реагенты этой группы, как правило, менее активны в отношении минералов железа и мышьяка, снижающих качество медных концентратов.

Цель работы — изучение возможности и эффективности применения нового реагент класса дитиокарбаматов — S-(2-цианэтил)-N,N-диэтилдитиокарбамата (ЦЭДЭТК) для повышения извлечения сульфидов меди и серебра из лежалых хвостов Солнечного ГОКа.

Материалы и методы исследования

Опытный образец реагента ЦЭДЭТК предоставлен компанией АО «Волжский Оргсинтез». ЦЭДЭТК плохо растворим в воде, поэтому его 0,1%-ный раствор готовили с помощью ультразвукового диспергатора МЭФ93.Т (ООО «МЭЛФИЗ-ультразвук», Москва).

Образец реагента представляет жидкость коричневого цвета. Структурная формула приведена ниже:



Аншлифы халькопирита изготовлены из штучного образца минерала размером 1×1 см.

Химический состав образца халькопирита — 28,54% Cu; 27,54% Fe; 29,17% S; 1,91% Zn; 3,19% Pb.

Формирование адсорбционного слоя реагента ЦЭДЭТК на поверхности аншлифа халькопирита анализировали методом аналитической сканирующей электронной микроскопии (ASEM) на микроскопе LEO 1420VP, оснащённом рентгеновским энергодисперсионным микроанализатором INCA 350, и сканирующем лазерном микроскопе KEYENCE VK-9700 в аналитическом центре изучения природного вещества ИПКОН РАН. Метод позволяет по наличию и интенсивности пиков поглощения идентифицировать присутствие минеральных и органических фаз на минеральной поверхности в исходном состоянии и после контакта с реагентом.

Анализ изображения лазерного микроскопа осуществляется с помощью программного обеспечения VK-Analyzer, которое дает возможность производить как двухмерные, так и трехмерные измерения. Бесконтактное измерение неровности поверхности на лазерном микроскопе KEYENCE VK-9700 позволяет

определить размеры фаз реагента, закрепившегося на поверхности минерала.

Изучение гидрофобно-гидрофильных свойств халькопирита выполнено методом измерения силы отрыва пузырька воздуха от поверхности аншлифа минерала в растворе реагентов при pH = 6. Измерения проводили на лабораторной установке, включающей торсионные весы с прикрепленным тонкой стальной нитью поплавком. Поплавок покрыт слоем парафина и имеет вогнутую полусферической формы посадочную площадку, к которой снизу подводится пузырек воздуха определенного размера. Аншлиф минерала помещается в кювету, заполненную водным раствором, и вращением ручки торсионных весов поплавок вместе с пузырьком воздуха подводится к поверхности минерала. В результате контакта и образования трехфазного периметра смачивания по шкале весов фиксируется показание в момент прилипания, а при обратном движении ручки весов — в момент отрыва пузырька. По разнице этих величин рассчитывается сила отрыва пузырька воздуха от поверхности минерала. Прилипание и отрыв пузырька контролируются визуально с помощью оптического микроскопа. Параллельные измерения проводятся не менее 3 раз.

Рудную флотацию проводили на частной пробе лежалых хвостов Солнечного ГОКа с содержанием 0,52% Cu; 0,51% As; 6,43% Fe; 0,11% Pb; 0,04% Zn; 1,48% S; 0,17% Ca; 0,15% Mg; 0,07% Mn; 9 г/т Ag. Пробу хвостов измельчали в лабораторной шаровой мельнице до крупности 90% — 0,074 мм.

Измельченный продукт флотировали 5 мин в механической флотационной машине ФМЛ-1 (237 ФЛ) «МЕХАНОБР» с объемом камеры 0,75 л. Реагентный режим рудной флотации: депрессор силикатной породы — жидкое стекло, собиратели — бутиловый ксантогенат калия

(KButX), S-(2-цианэтил)-N,N-диэтилди-
тиокарбамат (ЦЭДЭТК), вспениватель —
метилизобутилкарбинол (МИБК). Рас-
ход собирателей — переменный, жид-
кого стекла 500 г/т, вспенивателя —
100 г/т. Время агитации с собирателями
2 мин, вспенивателем — 1 мин.

Результаты и обсуждение

Сканирующим лазерным микроско-
пом KEYENCE VK-9700 (SLM) получе-
но изображение поверхности аншлифа
халькопирита после контакта с раство-
ром реагента и определены линейные
размеры дискретных фаз реагента в виде
капель высотой 2,5–6,5 мкм и диаметром
до 20–40 мкм (максимально 70 мкм) —
рис. 1.

Методом аналитической сканирую-
щей электронной микроскопии (ASEM)
и микро-энергодисперсионным анализом
поверхности минерала после контакта с
раствором реагента установлено появле-
ние вновь образованных дискретных
фаз органического вещества, в энерго-
дисперсионном спектре которых наблю-
даются пики поглощения C и S.

Изменение гидрофобно-гидрофиль-
ных свойств халькопирита исследовано
методом измерения силы отрыва пузырька
воздуха от поверхности аншлифа ми-
нерала в растворе бутилового ксантоге-
ната и реагента ЦЭДЭТК при pH = 6.
Повышение величины силы отрыва сви-
детельствует о более прочном закрепле-
нии пузырька воздуха на поверхности

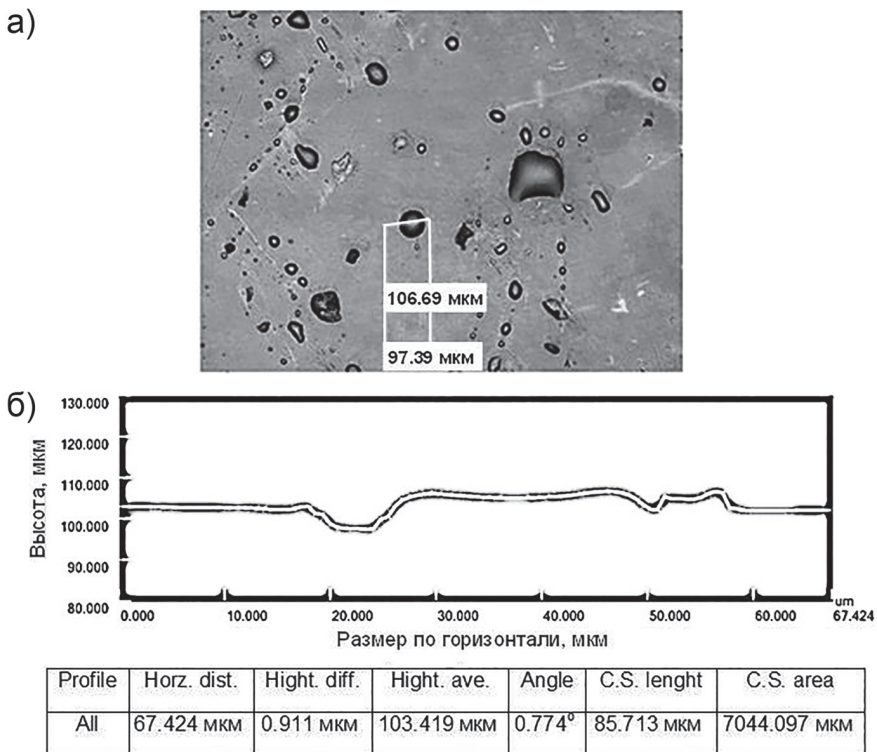


Рис. 1. Изображение аншлифа и профиль поверхности халькопирита после воздействия реагента ЦЭДЭТК (лазерный микроскоп KEYENCE VK-9700): SLM-снимок халькопирита x20 (а); размеры фазы (капли) реагента на поверхности минерала (б)

Fig. 1. Chalcopyrite polished section image and surface profile after exposure to the CEDETC reagent (laser microscope KEYENCE VK-9700): SLM image of chalcopyrite x20 (a); dimensions of the reagent phase (droplet) on the mineral surface (b)

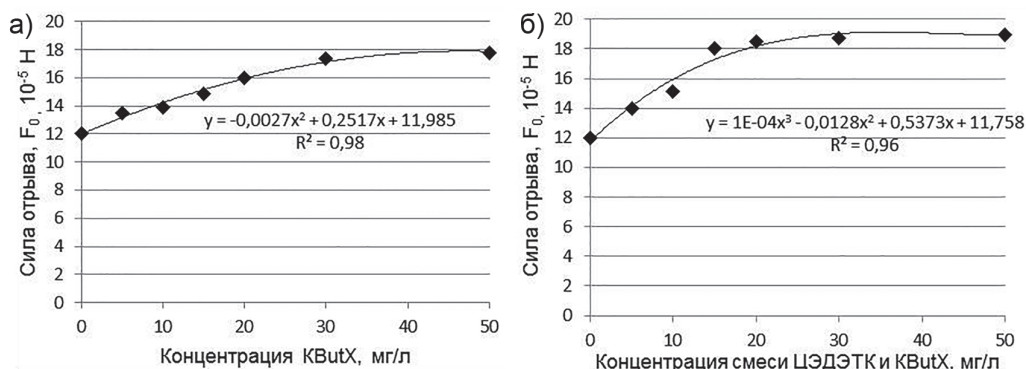


Рис. 2. Изменение силы отрыва пузырька воздуха от аншлифа халькопирита в зависимости от концентрации бутилового ксантогената (а), смеси ЦЭДЭТК и ксантогената (б)

Fig. 2. Change in the force of an air bubble detachment from a chalcopyrite polished section depending on the concentration of butyl xanthate (a), a mixture of CEDET and xanthate (b)

минерала и, следовательно, увеличении ее гидрофобных свойств. Как видно из рис. 2, халькопирит обладает достаточно высокой природной гидрофобностью, сила отрыва в дистиллированной воде составляет $12 \cdot 10^{-5}$ Н.

При введении в раствор бутилового ксантогената и увеличении его концентрации с 5 до 30 мг/л в результате адсорбции реагента на минерале величина силы отрыва возрастает до $(13,8 - 17,8) \cdot 10^{-5}$ Н, при этом аппроксимирующая зависимость описывается уравнением 2-го порядка (коэффициент корреляции

$R = 0,98$). Последующее увеличение концентрации до 50 мг/л не сопровождается заметным ростом силы отрыва, что свидетельствует о насыщении адсорбционного слоя собирателя на поверхности минерала.

В растворе смеси собирателей KButX и ЦЭДЭТК при соотношении концентрации 1:4 также происходит повышение величины силы отрыва, при этом наблюдается более резкий подъем кривой и максимальная величина $(18,5 - 19,0) \cdot 10^{-5}$ Н достигается при более низких по сравнению с одним ксантогенатом

Результаты флотации лежалых хвостов Солнечного ГОКа

Results of Solnechny GOK stale tailings flotation

Расход реагентов, г/т	Продукты	Выход %	Содержание			Извлечение, %		
			Cu, %	As, %	Ag, г/т	Cu	As	Ag
Жидкое стекло – 500 KButX – 200 МИБК – 100	концентрат	7,68	5,39	1,65	62,5	78,89	32,9	53,9
	хвосты	92,32	0,12	0,28	4,4	21,11	67,1	46,1
	исходное	100	0,52	0,38	8,9	100	100	100
Жидкое стекло – 500 ЦЭДЭТК – 50 KButX – 150 МИБК – 100	концентрат	8,06	5,47	1,58	65,3	85,71	30,95	57,8
	хвосты	91,94	0,08	0,31	4,2	14,3	69,05	42,2
	исходное	100	0,51	0,41	9,1	100	100	100
Жидкое стекло – 500 ЦЭДЭТК – 50 KButX – 200 МИБК – 100	концентрат	7,86	5,68	1,65	67,2	84,36	29,9	58
	хвосты	92,14	0,09	0,33	4,1	15,64	70,11	42
	исходное	100	0,53	0,43	9,1	100	100	100

концентрациях реагента 18–20 мг/л. Аппроксимирующая зависимость описывается уравнением 3-го порядка (коэффициент корреляции $R = 0,96$).

Таким образом, применение ЦЭДЭТК дополнительно к ксантогенату увеличивает гидрофобность халькопирита, что способствует повышению извлечения минерала в концентрат флотации.

Флотационные тесты по применению реагента ЦЭДЭТК в сочетании с бутиловым ксантогенатом калия (KButX) выполнены по схеме основной флотации с получением концентрата и хвостов. Результаты представлены в таблице.

Результаты тестирования реагента ЦЭДЭТК в условиях флотации пробы лежалых хвостов Солнечного ГОКа показали, что при использовании в качестве собирателя бутилового ксантогената при расходе 200 г/т получен концентрат с содержанием 5,39% Cu и 1,65% As при извлечении 78,89% Cu и 32,9% As. Замена 25% расхода ксантогената на ЦЭДЭТК привела к повышению содержания меди в концентрате до 5,47%, извлечению меди — до 85,71% и одновременному снижению содержания мышьяка и его извлечения в концентрат (см. таблицу).

В случае использования комбинации собирателей (ЦЭДЭТК — 50 г/т, KButX — 200 г/т) получен концентрат более высокого качества по содержанию меди 5,68% Cu против 5,39% Cu в базовом эксперименте с одним ксантогенатом. Прирост извлечения меди в концентрат составил около 5%, при этом извлечение мышьяка снизилось на 3%.

Следует отметить, что применение ЦЭДЭТК как при замене части ксантогената, так и при дополнительном расходе реагента, обеспечило повышение содержания и извлечения серебра в черновой медный концентрат в среднем на 3–4% (см. таблицу). Данный эффект обусловлен хелатообразующими свой-

ствами реагента по отношению к благородным металлам [19, 21]. Повышение извлечения серебра в свинцовый концентрат при испытании данного реагента в процессе флотации свинцово-цинковых руд было показано в работах [22, 23].

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований экспериментально подтверждена эффективность применения реагента цианэтилдитиокарбамата для повышения флотационного извлечения меди и серебра из лежалых хвостов обогащения.

Методом измерения силы отрыва пузырька воздуха от поверхности халькопирита установлено повышение гидрофобности минерала при воздействии реагента ЦЭДЭТК в сочетании с бутиловым ксантогенатом. Методом сканирующей электронной и лазерной микроскопии подтверждено закрепление ЦЭДЭТК на халькопирите, определены размеры адсорбированной фазы и дискретный характер покрытия поверхности минерала реагентом, обуславливающий повышение гидрофобности и флотируемости халькопирита.

Апробация реагента ЦЭДЭТК в условиях флотации пробы лежалых хвостов Солнечного ГОКа показала, что ЦЭДЭТК обеспечивает повышение извлечения меди на 7–9% и серебра на 3–4% при снижении извлечения мышьяка на 2–3% в черновой медный концентрат, что делает перспективным его использование в цикле флотации сульфидов меди при получении медных концентратов с пониженным содержанием As.

Применение ЦЭДЭТК как при замене части ксантогената, так и при дополнительном расходе реагента обеспечило повышение содержания и извлечения серебра в черновой медный концентрат в среднем на 3–4%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панышин А. М., Мамяченков С. В., Тропников Д. Л., Анисимова О. С., Рогожников Д. А. Исследование закономерностей процесса выщелачивания сульфатизированных огарков обжига медно-цинковых промпродуктов // Известия вузов. Цветная металлургия. — 2017. — № 3. — С. 23–30.
2. Ханчук А. И., Кемкина Р. А., Кемкин И. В., Зверева В. П. Минералого-геохимическое обоснование переработки лежалых песков хвостохранилищ Солнечного ГОКа (Комсомольский район, Хабаровский край) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. — 2012. — № 1(19). — С. 22–40.
3. Zvereva V. P., Frolov K. R., Lysenko A. I. Chemical reactions and conditions of mineral formation at tailings storage facilities of the Russian Far East // Mining Science and Technology (Russia). 2021, vol. 6, no. 3, pp. 181–191. DOI: 10.17073/2500-0632-2021-3-181-191.
4. Александрова Т. Н., Орлова А. В., Таранов В. А. Повышение эффективности переработки комплексных медных руд варьированием реагентного режима // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 2020. — № 6. — С. 116–124.
5. Брагин В. И., Бурдакова Е. А., Кондратьева А. А., Плотникова А. А., Бакшеева И. И. Исследование на обогатимость флотационным методом лежалых золотосодержащих хвостов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 2018. — № 4. — С. 152–160.
6. Черноусенко Е. В., Алексеева С. А., Рухленко Е. Д., Митрофанова Г. В. Перспективы вовлечения в переработку труднообогатимых медно-никелевых руд и складированных отходов // Горный журнал. — 2020. — № 3. — С. 45–50. DOI: 10.17580/gzh.2020.03.08.
7. Ignatkina V. A., Vocharov V. A., Makavetskias A. R., Kayumov A. A., Aksenova D. D., Khachatryan L. S., Fishchenko Y. Y. Rational processing of refractory copper-bearing ores // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. 2018, vol. 59, no. 4, pp. 364–373.
8. Рябой В. И., Шепета Е. Д. Собиратель для медно-мышьяковистых руд // Горные науки и технологии. — 2020. — Т. 5. — № 4. — С. 297–306. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-4-297-306.
9. Митрофанова Г. В., Черноусенко Е. В., Базарова Е. А., Тюкин А. П. Поиск новых комплексобразующих реагентов для флотации медно-никелевых руд // Цветные металлы. — 2019. — № 11. — С. 27–33. DOI: 10.17580/tsm.2019.11.02.
10. Жаролла Н. Д., Ергешев А. Р., Игнаткина В. А. Оценка селективности действия сульфгидрильных собирателей на основе дитиофосфатов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 11. — С. 14–26. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-14-26.
11. Agheli S., Hassanzadeh A., Hassas B. V., Hasanzadeh M. Effect of pyrite content of feed and configuration of locked particles on rougher flotation of copper in low and high pyritic ore types // International Journal of Mining Science and Technology. 2018, vol. 23, no. 2, pp. 167–176.
12. Lin Q., Gu G., Wang H. Recovery of molybdenum and copper from porphyry ore via isoflotability flotation // Transactions Nonferrous Metals Society of China. 2017, vol. 27, no. 10, pp. 2260–2271.
13. Ramesh B., Venkatesh P., Jabbar A. A. Influence of dithiocarbamate on metal complex and thin film depositions // International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology. 2014, vol. 3, no. 8, pp. 15301–15309. DOI: 10.15680/ijirset.2014.0308033.
14. Ly N., Nguyen T., Zoh K.-D., Joo S.-W. Interaction between diethyldithiocarbamate and Cu(II) on gold in non-cyanide wastewater // Sensors. 2017, vol. 17, no. 11, pp. 1–12.
15. Xiao J., Liu G., Zhong H., Huang Y., Cao Z. The flotation behavior and adsorption mechanism of O-isopropyl-S-[2-(hydroxyimino)propyl] dithiocarbonate ester to chalcopyrite // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2017, vol. 71, pp. 38–46. DOI: 10.1016/j.jtice.2016.12.022.

17. Матвеева Т. Н., Чантурия В. А., Громова Н. К., Ланцова Л. Б. Новые композиции реагентов для извлечения тонкого золота из отходов обогащения // Горный журнал. – 2019. – № 11. – С. 89–93.

18. Матвеева Т. Н., Ланцова Л. Б., Гладышева О. И. Влияние рудоподготовки на флотацию минералов меди и мышьяка при переработке сульфидных руд // Горная промышленность. – 2021. – № 6. – С. 48–50.

19. Матвеева Т. Н., Громова Н. К., Ланцова Л. Б. Экспериментальное обоснование собирателей класса циклических и алифатических дитиокарбаматов для извлечения золотоносных сульфидов из комплексных руд // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2021. – № 1. – С. 137–145.

20. Матвеева Т. Н. Флотационные реагенты для извлечения тонковкрапленного золота из труднообогатимых руд и техногенных продуктов // Устойчивое развитие горных территорий. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 201–207.

21. Бырько В. М. Дитиокарбаматы. – М.: Наука, 1984. – 341 с.

22. Глинкин В. А. Исследование и разработка процесса селективной флотации полиметаллических серебросодержащих руд с применением диметилдитиокарбамата натрия: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: Гинцветмет, 2004. – 26 с.

23. Глинкин В. А., Иванова Т. А., Шихкеримов П. Г. Синтез и исследование флотационного действия ДЭЦЭ // Цветная металлургия. – 1989. – № 1. – С. 14–15. **ПАБ**

REFERENCES

1. Panshin A. M., Mamyachenkov S. V., Tropnikov D. L., Anisimova O. S., Rogozhnikov D. A. Research of regularities of leaching the sulfated cinders obtained during roasting of copper-zinc middlings. *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2017, no. 3, pp. 23–30. [In Russ].

2. Khanchuk A. I., Kemkina R. A., Kemkin I. V., Zvereva V. P. Mineralogical and geochemical substantiation for processing aged sands from tailing dumps of the Solnechny mining and processing plant (Komsomolsky district, the Khabarovsk territory). *Bulletin of Kamchatka regional association «Educational-Scientific centre». Earth sciences*. 2012, no. 1(19), pp. 22–40. [In Russ].

3. Zvereva V. P., Frolov K. R., Lysenko A. I. Chemical reactions and conditions of mineral formation at tailings storage facilities of the Russian Far East. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2021, vol. 6, no. 3, pp. 181–191. DOI: 10.17073/2500-0632-2021-3-181-191.

4. Aleksandrova T. N., Orlova A. V., Taranov V. A. Enhancement of copper concentration efficiency in complex ore processing by the reagent regime variation. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh*. 2020, no. 6, pp. 116–124. [In Russ].

5. Bragin V. I., Burdakova E. A., Kondrat'eva A. A., Plotnikova A. A., Baksheeva I. I. Dressability of old gold-bearing tailings by flotation. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh*. 2018, no. 4, pp. 152–160. [In Russ].

6. Chernousenko E. V., Alekseeva S. A., Rukhlenko E. D., Mitrofanova G. V. Prospects for feasibility of processing of refractory copper-nickel ores and waste stockpiles. *Gornyi Zhurnal*. 2020, no. 3, pp. 45–50. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2020.03.08.

7. Ignatkina V. A., Bocharov V. A., Makavetskas A. R., Kayumov A. A., Aksenova D. D., Khachatryan L. S., Fishchenko Y. Y. Rational processing of refractory copper-bearing ores. *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*. 2018, vol. 59, no. 4, pp. 364–373.

8. Ryaboy V. I., Shepeta E. D. Collector for copper-arsenic ore flotation. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2020, vol. 5, no. 4, pp. 297–306. [In Russ]. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-4-297-306.

9. Mitrofanova G. V., Chernousenko E. V., Bazarova E. A., Tyukin A. P. The search for new complexing reagents for copper-nickel ore flotation. *Tsvetnye Metally*. 2019, no. 11, pp. 27–33. [In Russ]. DOI: 10.17580/tsm.2019.11.02.

10. Zharolla N. D., Yergeshev A. R., Ignatkina V. A. Estimation of selectivity of sulfhydryl collectors on a dithiophosphate basis. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 11, pp. 14–26. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-14-26.

12. Agheli S., Hassanzadeh A., Hassas B. V., Hasanzadeh M. Effect of pyrite content of feed and configuration of locked particles on rougher flotation of copper in low and high pyritic ore types. *International Journal of Mining Science and Technology.* 2018, vol. 23, no. 2, pp. 167–176.

13. Lin Q., Gu G., Wang H. Recovery of molybdenum and copper from porphyry ore via isoflotability flotation. *Transactions Nonferrous Metals Society of China.* 2017, vol. 27, no. 10, pp. 2260–2271.

14. Ramesh B., Venkatesh P., Jabbar A. A. Influence of dithiocarbamate on metal complex and thin film depositions. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology.* 2014, vol. 3, no. 8, pp. 15301–15309. DOI: 10.15680/ijirset.2014.0308033.

15. Ly N., Nguyen T., Zoh K.-D., Joo S.-W. Interaction between diethyldithiocarbamate and Cu(II) on gold in non-cyanide wastewater. *Sensors.* 2017, vol. 17, no. 11, pp. 1–12.

16. Xiao J., Liu G., Zhong H., Huang Y., Cao Z. The flotation behavior and adsorption mechanism of O-isopropyl-S-[2-(hydroxyimino)propyl] dithiocarbonate ester to chalcopyrite. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers.* 2017, vol. 71, pp. 38–46. DOI: 10.1016/j.jtice.2016.12.022.

17. Matveeva T. N., Ivanova T. A., Getman V. V., Gromova N. K. Novel flotation reagents to recover micro and nanoparticles of noble metals from rebellious ore. *Gornyi Zhurnal.* 2019, no. 11, pp. 89–93. [In Russ].

18. Matveeva T. N., Lantsova L. B., Gladysheva O. I. Effect of ore dressing on the flotation of copper and arsenic minerals in sulfide ore processing. *Russian Mining Industry Journal.* 2021, no. 6, pp. 48–50. [In Russ].

19. Matveeva T. N., Gromova N. K., Lantsova L. B. Experimental proof of applicability of cyclic and aliphatic dithiocarbamate collectors in gold-bearing sulphide recovery from complex ore. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh.* 2021, no. 1, pp. 137–145. [In Russ].

20. Matveeva T. N. Flotation reagents for finely disseminated gold extraction from unenriched ores and technogenic products. *Sustainable Development of Mountain Territories.* 2021, vol. 13, no. 2, pp. 201–207. [In Russ].

21. Byr'ko V. M. *Ditiokarbamaty* [Dithiocarbamates], Moscow, Nauka, 1984, 341 p.

22. Glinkin V. A. *Issledovanie i razrabotka protsessa selektivnoy flotatsii polimetallicheskikh serebrosoderzhashchikh rud s primeneniem dimetilditiokarbamata natriya* [Study and development of selective flotation of polymetallic silver-bearing ore using sodium dimethyl dithiocarbamate], Candidate's thesis, Moscow, Gintsvetmet, 2004, 26 p.

23. Glinkin V. A., Ivanova T. A., Shikhkerimov P. G. Synthesis and study of the flotation effect of DECE. *Tsvetnaya Metallurgiya.* 1989, no. 1, pp. 14–15. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Матвеева Тамара Николаевна¹ — д-р техн. наук,
зам. директора по научной работе, зав. отделом,
e-mail: tmatveyeva@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-5658-9948,

Громова Надежда Константиновна¹ — научный сотрудник,
e-mail: gromova_nk@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-4753-5745,

Ланцова Людмила Борисовна¹ — научный сотрудник,
e-mail: lblancova@yandex.ru,

Гладышева Ольга Ивановна¹ — аспирант,
e-mail: gladysheva.olga2022@bk.ru,
Для контактов: Громова Н.К., e-mail: gromova_nk@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*T.N. Matveeva*¹, Dr. Sci. (Eng.),
Deputy Director for Scientific Work,
Head of Department,

e-mail: tmatveyeva@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0002-5658-9948,

*N.K. Gromova*¹, Researcher,
e-mail: gromova_nk@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-4753-5745,

*L.B. Lantsova*¹, Researcher,
e-mail: lblancova@yandex.ru,

*O.I. Gladysheva*¹, Graduate Student,
e-mail: gladysheva.olga2022@bk.ru,

¹ Institute of Problems of Comprehensive Exploitation
of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences,
111020, Moscow, Russia.

Corresponding author: N.K. Gromova, e-mail: gromova_nk@mail.ru.

Получена редакцией 07.10.2022; получена после рецензии 14.11.2022; принята к печати 10.12.2022.
Received by the editors 07.10.2022; received after the review 14.11.2022; accepted for printing 10.12.2022.



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



Корчикова С.Л.

Женский портрет в русской поэзии

Год: 2022

Страниц: 176

ISBN: 978-5-98672-562-8

UDK: 82

В книге в хронологическом порядке представлены стихотворения, в которых поэты изображают женский портрет — красавицы, молодой девушки, любимой женщины, жены, матери, няни, женщины по ее роду деятельности. В краткой форме, в сведениях об авторах и комментариях в книге излагается процесс развития этой темы и использования художественных средств.