

УДК 622.2:504.064

Рыльникова Марина Владимировна

профессор, доктор технических наук,
главный научный сотрудник, ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Крюковский тупик, д. 4
e-mail: rylnikova@mail.ru

Швабенланд Елена Егоровна

кандидат технических наук,
заведующий сектором анализа проектов
на разработку месторождений цветных, редких,
благородных металлов
Всероссийский научно-исследовательский институт
минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ВИМС),
119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 31
e-mail: e.schwabenland@mail.ru

Олейник Дмитрий Николаевич

советник руководителя, Роснедра,
первый заместитель председателя ЦКР-ТПИ
Роснедр,
125993, г. Москва, ул. Б. Грузинская, д. 4/6

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ
И УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИ***Аннотация:*

Применяемые технологии освоения месторождений твердых полезных ископаемых позволяют использовать лишь небольшую (5 – 25 %) часть извлекаемой из недр ценной минеральной массы, а оставшаяся часть формирует отходы горнопромышленного комплекса, которые по мере накопления в техногенных образованиях и хранения преимущественно на земной поверхности становятся одним из мощных факторов антропогенных изменений окружающей среды, занимая огромные территории.

Из общего количества ежегодно образующихся в России промышленных отходов в количестве порядка 7 млрд т (данные различных источников варьируют) на долю горно-металлургического комплекса приходится более 90 %.

Вместе с тем практически все накопленные отходы горнопромышленного и металлургического производств несут в себе значительную ресурсную ценность. Так, среднее содержание ценных компонентов в ранее сформированных хранилищах отходов переработки руд (хвостохранилищах) в ряде случаев выше их промышленного содержания в рудах, вовлекаемых в освоение в настоящее время. Например, на Южном Урале в старогодних хвостохранилищах золотодобычи среднее содержание золота в рудах составляет 0,5 – 0,8 г/т, тогда как в регионе добывают руды с содержанием благородного металла 0,35 г/т и ниже. Однако актуальность вовлечения техногенных образований в эксплуатацию связана не столько с отработкой запасов благородных металлов, сколько с их экологической опасностью. При этом мировая практика свидетельствует о реальной возможности получения качественной продукции из минеральных отходов прошлых лет с последующей утилизацией оставшейся части, имеющей более низкий класс опасности.

В настоящее время в России впервые создается нормативно-правовая база для вовлечения в промышленное использование отходов добычи (вскрышные и вмещающие породы, некондиционные полезные ископаемые) и переработки минерального сырья.

DOI: 10.25635/2313-1586.2023.03.098

Rylnikova Marina V.

Professor, Doctor of Engineering Sciences,
Chief Researcher, IPKON of RAS,
111020 Moscow, 4 Kryukov End
e-mail: rylnikova@mail.ru

Shvabenland Elena E.

Candidate of Technical Sciences,
Senior Researcher,
Head of Section,
N.M. Fedorovsky Institute (FSBI VIMS),
119017 Moscow,
31 Staromonetny Lane
e-mail: e.schwabenland@mail.ru

Oleinik Dmitry N.

Advisor to the Head, Rosnedra,
First Deputy Chairman of the Central Committee
for Solid Minerals,
125993 Moscow, 4-6 B. Gruzinskaya Str.

**SYSTEM DEVELOPMENT IN HANDLING
AND MANAGEMENT OF SUBSOIL
WASTE IN RUSSIA***Abstract:*

Existing technologies for the development of solid minerals deposits make it possible to use only a small part (5 - 25%) of the valuable mineral mass extracted from the bowels of the earth, and the remaining part forms waste from the mining complex, which, as it accumulates in technogenic formations and is stored, mainly on the earth's surface, becomes one of powerful factors of anthropogenic changes in the environment, occupying vast territories.

Of the total amount of industrial waste generated annually in Russia in the amount of about 7 billion tons (data from various sources vary), the mining and metallurgical complex accounts for more than 90%.

At the same time, almost all accumulated waste from mining and metallurgical production carries a significant resource value. Thus, the average content of valuable components in previously formed ore processing waste storage facilities (tailing dumps) is in some cases higher than their industrial content in ores currently involved in development. For example, in the South Urals, in the old tailings of gold mining, the average gold content in ores is about 0.5-0.8 g/t, while ores with a precious metal content of 0.35 g/t and lower are mined in the region.

However, the relevance of involving technogenic formations into operation is associated not so much with the development of precious metal reserves, but with their environmental hazard. At the same time, world practice testifies to the real possibility of obtaining high-quality products from mineral waste of past years with the subsequent disposal of the remaining part, which has a lower hazard class.

At present, for the first time in Russia, a regulatory and legal framework has been created for the industrial use of technogenic mining waste (overburden and host rocks, substandard minerals) and enrichment.

To ensure an integrated approach to the rational use and protection of subsoil, it is necessary at the stage of a feasibility study and calculation of reserves to make decisions aimed not only at the effective development of a natural

Для обеспечения комплексного подхода к рациональному использованию и охране недр необходимо на этапе разработки технико-экономического обоснования и подсчета запасов определять принятые решения, направленные не только на решение вопросов эффективной разработки природного месторождения, но и на вовлечение в экологически сбалансированное использование всех отходов добычи и переработки техногенного сырья.

Ключевые слова: природное месторождение, разработка месторождения, рациональное использование, охрана недр, экологически сбалансированные технологии, отработка запасов, технико-экономическое обоснование, подсчет запасов, техногенное образование, отходы, добыча, переработка.

deposit, but also at an environmentally balanced use of industrial waste from mining and enrichment.

Key words: natural deposit, deposit development, rational use and protection of subsoil, environmentally balanced mining technologies, reserves development, feasibility study, reserves calculation, technogenic formation, tailings, mining, processing.

Введение

Существующие технологии освоения месторождений твердых полезных ископаемых позволяют использовать лишь небольшую (5 – 25 %) часть извлекаемой из недр ценной минеральной массы, а оставшаяся часть формирует отходы горнопромышленного комплекса (рис. 1), которые по мере накопления в техногенных образованиях и хранения преимущественно на земной поверхности становятся одним из мощных факторов антропогенных изменений окружающей среды, занимая огромные территории [1].



Рис. 1. Классификация техногенных минеральных образований (ВИМС)

Из общего количества ежегодно образующихся в России промышленных отходов в количестве порядка 7 млрд т (данные различных источников варьируют) на долю горно-металлургического комплекса приходится более 90 % (табл. 1).

Причем за период 2010 – 2020 гг. наблюдалась устойчивая динамика увеличения объема отходов производства по виду экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» – с 3334,6 млн т в год до 6367,0 млн т, то есть почти в 2 раза – на 91 %. При сохранении такой динамики территория большинства горнопромышленных регионов России в краткосрочной перспективе превратится в одну большую зону негативных экологических воздействий.

Таблица 1

**Динамика структуры формирования отходов в Российской Федерации в тыс. т
(по данным государственного доклада
«О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», 2021 г.) [2]**

Вид деятельности	2016	2017	2018	2019	2020
сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	49242,3	41499,2	42773,7	47664,2	45150,5
добыча полезных ископаемых	4723843,8	5786189	6850485,4	7257022,1	6367335,7
в том числе: добыча угля	3377939,9	3874534,2	4816499,8	5199628,2	3911299,0
добыча сырой нефти и природного газа	7750,7	8836,7	8917,2	7068,4	8127,1
добыча металлических руд	957557,3	1522341,6	1643674,5	1635476,4	2070925,8
добыча прочих полезных ископаемых	376242,8	376197,9	377504,7	407468,3	373976,4
предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	4353,1	4278,6	3889,2	7380,8	3007,4
обрабатывающие производства	549325,3	274816,8	243767,6	296442,7	240432,5
обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	20509,3	20548,4	20105,1	20185,2	17468,0
водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	7181,3	9937,6	10606,0	10688,6	8388,2
строительство	21100,0	н/д	36000,0	42000,6	31551,8
прочие виды экономической деятельности	70111,5	87652,4	62316,2	76873,9	245390,3
Всего*	5441313,5	6220643,4	7266054,0	7750877,3	6955717,0

Изложение рассматриваемых вопросов

По данным ВИМС, отходы недропользования учитываются в различных системах, создававшихся под различные цели, что делает несовершенной государственную систему обращения с отходами. Отсутствует единый информационный массив, который содержал бы в себе все характеристики накопленных и формируемых в настоящее время техногенных объектов, содержащих отходы недропользования.

Ни один из существующих массивов информации не удовлетворяет критериям полноты, объективности и актуальности и не позволяет решать следующие задачи:

- достоверной оценки объемов и качества ценных компонентов в отходах недропользования;
- оценки ресурсного потенциала накопленного и формирующегося техногенного сырья, в том числе для нужд лицензирования;
- переоценки отходов горнопромышленного комплекса как потенциальных источников полезных ископаемых для расширения минерально-сырьевой базы, в том числе с позиции возможности применения наилучших доступных технологий;
- обоснования стимулирующих мер по вовлечению техногенного сырья в эксплуатацию;

– определение нормативов оценки, постановки на баланс, списания, расчета потерь и разубоживания техногенного сырья при эксплуатации техногенных образований.

Выполненный анализ показал, что Государственным балансом учтена лишь небольшая часть различных полезных ископаемых в отходах недропользования, признанных промышленно значимыми. Преобладают золотосодержащие техногенные объекты – свыше 100, оловянных – 18, железных – 17, мусковитовых – 10, медных – 7, вольфрамовых – 6. От 1 до 4 техногенных объектов учтены по платиноидам, алмазам, молибдену, хрому, свинцу, цинку, цирконии, бокситам, фосфатам [3]. Вместе с тем известно, что ресурсный потенциал отходов недропользования значителен – до 1 тыс. т золота, 0,5 млн т олова, 8 млн т меди, 9 млн т цинка, огромное количество железа и других металлов.

В России в период до 2035 г. по утвержденным проектам планируется освоить отходы недропользования в масштабах 55 т золота, 61 т серебра, 119 т платиноидов, 98 тыс. т меди, 9,3 т олова, 15,4 т WO_3 , 349 тыс. т цинка, 100 т ZrO_2 , 4 млн т железных руд, 0,3 млн т P_2O_5 , 11,4 млн т цементного сырья, 47 млн куб. м строительного камня, 377 тыс. т флогопита, 1895 тыс. т полевошпатового сырья. Как правило, речь идет о переработке россыпных месторождений либо сырья, относящегося к легкообогатимому.

Вместе с тем практически все накопленные отходы горнопромышленного и металлургического производства несут в себе значительную ресурсную ценность. Так, среднее содержание ценных компонентов в ранее сформированных хранилищах отходов переработки руд (хвостохранилищах) в ряде случаев выше их промышленного содержания в рудах, вовлекаемых в освоение в настоящее время. Например, на Южном Урале в старогодних хвостохранилищах золотодобычи среднее содержание золота в рудах составляет 0,5 – 0,8 г/т, тогда как в регионе добывают руды с приведенным содержанием благородного металла 0,35 г/т и ниже [1]. Наряду с указанными «базовыми» ценными компонентами техногенные отходы содержат комплекс попутных элементов, в том числе платину, селен, теллур, германий, весь спектр редких и рассеянных элементов.

Несмотря на это, разработка техногенных объектов и переработка техногенного минерального сырья сопряжены с рядом технических и технологических трудностей. Техногенные образования в ходе многолетнего хранения претерпевают значительные изменения – в толще таких объектов крайне неравномерно распределены обогащенные ценными компонентами или токсичными элементами участки, присутствует сочетание различных минеральных форм, накоплены скрытые обводненные зоны, имеются сброшенные металлические детали, бетонные конструкции, автопокрышки и иные предметы, поверхность техногенных объектов зачастую задернована кустарниками и деревьями, отсутствует необходимая для освоения запасов транспортная и энергетическая инфраструктура.

Техногенное минеральное сырье в результате длительного хранения на воздухе при различной температуре претерпевает существенные изменения и имеет различное качество и вещественный состав, не выдержанный по глубине и площади техногенных образований. Это зачастую требует дифференцированных подходов к переработке сырья, извлеченного из различных участков [4, 5]. Более того, каждый техногенный объект является уникальным и требует колоссальных затрат на изобретение технологий безопасной выемки техногенного сырья и его переработки.

Исключение здесь представляет только вторичная перевалка эфельных отвалов золотодобычи, т.к. на них возможно применение известных технологий. В нашей стране до настоящего времени нет технологий глубокой переработки отходов обогащения полиметаллических руд, являющихся наиболее опасными по содержанию токсичных металлов и формирующих кислотный дренаж.

При этом мировая практика свидетельствует о реальной возможности получения качественной продукции из накопленных отходов прошлых лет с последующей утилизацией оставшейся части, имеющей, как правило, более низкий класс опасности. Напри-

мер, в Казахстане в Корпорации Казахмыс создана уникальная технология глубокой переработки отходов добычи и обогащения комплексных медьсодержащих руд с извлечением меди, золота, серебра, редких и рассеянных элементов (всего 21 элемент) [6]. В настоящее время построен завод производительностью 3 млн т в год [6], работа которого на бедном и техногенном минеральном сырье обеспечит продление жизни Жезказганского горнопромышленного региона на 50 лет в условиях истощения балансовых запасов одноименного месторождения. Для этого на государственном уровне была обеспечена поддержка в виде субсидирования льготного налогообложения и возврата инвестиций в НИР, которые проводились более 10 лет на широкой комплексной научно-методической и практической основе.

В отечественных условиях создание своевременного правового и научно-методического задела в виде подобных технологий обеспечит рациональную интенсивность эксплуатации природных запасов богатых руд за счет использования техногенного минерального сырья. Стратегическое значение такого подхода к сохранению ресурсов земных недр переоценить невозможно, так как обеспечение будущих поколений минеральным сырьем высокого качества на как можно более длительный период и экологизация горного производства и горнопромышленных территорий являются важной государственной задачей.

Таким образом, факторами, обуславливающими необходимость эффективного использования техногенной сырьевой базы, являются:

- масштаб накопления техногенных минеральных объектов;
- высокое, сопоставимое с перспективными природными месторождениями содержание ценных компонентов;
- мощнейшее негативное воздействие на окружающую среду горнопромышленных регионов и планеты в целом;
- постоянная потеря исходного качества при хранении техногенного сырья;
- законодательные требования по улучшению среды обитания человека;
- неизбежное ужесточение финансовых механизмов регулирования обращения отходов.

Впервые в отечественной практике и весьма своевременно требуется на законодательном уровне закрепить меры по стимулированию организации производства продукции горнодобывающей отрасли, исключающие образование отходов и предполагающие использование промежуточных продуктов в полном цикле комплексного освоения месторождений со стимулированием горнодобывающих предприятий к добыче и переработке техногенных отходов [7]. Также необходимо создание системы геолого-технологического доизучения и вовлечения в промышленное использование огромных объемов ранее накопленных отходов горно-обогажительного и металлургического производств. При этом необходимо обосновать условия и жестко контролировать соблюдение экологических норм и требований к рекультивации нарушенных территорий.

Другой стороной совершенствования системы лицензирования недропользования является обеспечение равных условий для крупных горнодобывающих холдингов, имеющих в настоящее время явно преимущественное положение на получение лицензии на разработку месторождений по сравнению с малыми горнодобывающими предприятиями. Актуальность привлечения последних в сферу недропользования для вовлечения отходов горнопромышленного комплекса в эксплуатацию дополнительно обусловлена наличием на территории Российской Федерации огромного количества складированного в хранилищах техногенного сырья – отходов горно-металлургического производства.

Актуальность постановки проблемы на государственном уровне связана с тем, что в России эффективное социально-экономическое развитие ряда регионов находится под угрозой в связи с истощением действующей минерально-сырьевой базы, а также загрязнением горнопромышленных территорий воздействием накопленных отходов. В

этой связи переход на вовлечение в эксплуатацию сырья техногенных образований является безальтернативным условием устойчивого развития горнопромышленных районов и моногородов Кавказа, Кольского полуострова, Сибири, Дальневосточного региона, Урала и других. Нарушение этого условия влечет изменение природно-техногенного баланса, сложившегося в горнопромышленных регионах, и приводит к возникновению аварийных ситуаций с крупными экологическими последствиями. Ярким примером является экологическая катастрофа, сложившаяся при разработке Сибайского месторождения медно-колчеданных руд [8].

Это определяет необходимость своевременного изучения техногенных образований, создания безотходных (или малоотходных) способов извлечения и переработки отходов недропользования, предусматривающих

- разработку принципиально новых технологических схем и методов, исключающих выбросы металлов, тяжелых и токсичных элементов в окружающую среду;
- создание замкнутых технологических схем с многократным использованием техногенного сырья, технологических вод и газов;
- создание инновационной системы переработки отходов недропользования, которые рассматриваются как вторичные материальные ресурсы с организацией крупных региональных территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой потоков сырья для глубокой переработки.

Для этого необходимо создание эффективных государственных механизмов, обеспечивающих инвестиционную привлекательность проведения поисковых и оценочных работ, а также завершения цикла научных исследований и опытно-конструкторских работ по созданию инновационных отечественных технологий и оборудования [9, 10].

Для рассмотрения техногенных образований как составной части минерально-сырьевой базы России необходим государственный механизм учета формирования и обращения минерально-сырьевых отходов, стимулирования разведки и разработки ранее сформированных техногенных образований, создания технологий их комплексного освоения, а также разработки мер, направленных на недопущение дальнейшего формирования и накопления отходов недропользования.

В настоящее время деятельность по переработке подобных видов отходов попадает под действие двух отраслевых норм – горного и экологического права и регулируется одновременно двумя законами (Законом РФ «О недрах» и Федеральным законом «Об отходах производства и потребления»). Сравнение этих нормативно-правовых актов приведено в табл. 2.

Анализ данных таблицы свидетельствует, что закон РФ «О недрах» относит использование отходов добычи полезных ископаемых и связанных с ней перерабатывающих производств к виду пользования недрами, что требует оформления прав пользования недрами и получения лицензии на добычу и переработку техногенного сырья с уплатой НДС. Закон РФ «О недрах» по сути приравнивает отходы добычи и переработки полезных ископаемых к природным месторождениям. В результате проектирования освоения техногенных образований требуется предварительная постановка их запасов на баланс и государственный учет норм, разработанных для природных месторождений, что определяет высокие затраты и сроки вовлечения в эксплуатацию техногенных объектов и сдерживает их инвестиционную привлекательность.

Ввиду низкого содержания ценных компонентов, находящихся в отходах, возникающих технологических и организационных трудностей, экономическая целесообразность создания горных перерабатывающих производств обладает значительными рисками, включая риски возникновения дополнительных прямых и косвенных убытков [11, 12].

Таблица 2

Сравнение положений нормативно-правовых актов, регулирующих обращение отходов, добычи и переработки минерального сырья

Форма и признак сравнения	Законодательство	
	горное	экологическое
	Отрасль права	
	административное	гражданское
Основной документ	закон РФ «О недрах»	ФЗ «Об отходах производства и потребления»
Понятие	отходы горнодобывающего комплекса и связанных с ним перерабатывающих производств	отходы производства и потребления
Признаки классификации	не определено	класс опасности, вид и объемы, состояние, тип
Сфера применения норм	пользование недрами	обращение с отходами
Право собственности на отходы	строго закреплено	закреплено за хозяйствующим субъектом
Возникновение прав собственности	– в процессе недропользования; – в результате приобретения лицензии на право отработки	– не приобретается; – возникает в процессе хозяйственной деятельности
Передача прав собственности другому лицу	не передается	на основе гражданских сделок
Условия приобретения прав собственности другим лицом	через процедуру лицензирования	на основе гражданских сделок
Условия отчуждения (изъятия)	истечение срока действия лицензии, либо ликвидация деятельности	решение суда
Права собственности на брошенные отходы	принадлежит государству	принадлежит владельцу земельного участка

В отношении отходов горнопромышленного комплекса законодательство о недрах вступает в противоречие с Гражданским кодексом РФ, который признает отходы движимым имуществом и наделяет правами собственности на них того, кто их образовал, что требует нормативно-правового урегулирования этого противоречия.

При этом федеральным законом №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» установлено, что право собственности на отходы определяется в соответствии с гражданским законодательством.

Заключение

Неоднозначное правовое регулирование обращения и управления отходами недропользования фактически препятствует реализации экологической политики государства, предусматривающей безопасное обращение с отходами недропользования путем их утилизации при вовлечении в повторный хозяйственный оборот, что часто усложняет реализацию, делает горные проекты экономически невыгодными и предполагает

устранение правовых коллизий на законодательном уровне.

Для обеспечения комплексного подхода к рациональному использованию и охране недр необходимо уже на этапе технико-экономического обоснования и подсчета запасов базового месторождения принятие решений, направленных не только на эффективную разработку природных минеральных ресурсов, но и на решение технологических задач экологически сбалансированного использования сырья техногенных образований и текущих отходов добычи и переработки полезных ископаемых.

В настоящее время на государственном уровне идет работа по оказанию содействия в разрешении имеющихся законодательных противоречий.

Список литературы

1. Рыльникова М.В., Радченко Д.Н., Залевская К.Н. и др., 2019. Проблемы и перспективы вовлечения хвостов обогащения золото-мышьяковистых руд в эксплуатацию для решения экологических проблем региона. *Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность*, С. 142-147. URL: <https://repository.rudn.ru/ru/records/article/record/69648/> (дата обращения 15.07.2023)
2. Джевага Н.В., Чухланцева Т.И., 2022. Промышленные отходы в горнодобывающей отрасли: современное состояние и пути решения проблем. *Наука, технологии, общество: экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий: Сборник научных трудов III Всероссийской научной конференции с международным участием*. Красноярск: Красноярский краевой Дом науки и техники РосСНИО, Т 6, С. 210 – 216.
3. Отчет о НИР (шифр 19-11-НИР/02) по теме: «Совершенствование системы государственного регулирования отношений недропользования при осуществлении геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых, содержащихся в отходах недропользования», 2020.
4. Christenson H., Pope J., Craw D., 2018. Characterisation of arsenic geochemistry in mine tailings from a mesothermal gold deposit. *11th Conference «Risk to Opportunity»*, P. 6.
5. Mhlongo S.E., Amponsah-Dacosta F., Kadyamatimba, A., 2019. Development and application of a methodological tool for prioritization of rehabilitation of abandoned tailings dumps in the Giyani and Musina areas of South Africa. *Cogent Engineering*, Vol. 6(1).
6. Бабасов А.Г., 2020. Техничко-экономическая оценка целесообразности выемки и переработки отвальных хвостов из карьера Главный на Карагайлинской ОФ ТОО «Корпорация Казахмыс». *Металлогения древних и современных океанов*, № 1, С. 112 – 116.
7. Коробова О.С., 2020. Механизмы стимулирования реализации проектов в сфере обращения с отходами недропользования. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*, № 6, С. 87 – 94.
8. Рыльникова М.В., Швабенланд Е.Е., Цупкина М.В., Джаппуев Р.К., 2021. Нормативно-правовые подходы к вовлечению в эксплуатацию техногенных минеральных образований. *Рациональное освоение недр*, № 1, С. 24 – 29.
9. Рыбак Я., Горбатюк С.М., Конгар-Сюрюн Ч.Б., Хайрутдинов А.М., Тюляева Ю.С., Макаров П.С., 2020. Утилизация техногенных отходов горно-металлургических комплексов – способ расширения минерально-сырьевой базы предприятия. *Металлург*, № 9, С. 8 – 16.
10. Иванков С.И., Троицкий А.В., Скобелев К.Д., 2021. Современные тенденции создания технологии переработки и утилизации отходов обогащения горно-обогатительной отрасли. *Научные и технические аспекты охраны окружающей среды*, № 2, С. 2 - 39.
11. Мочалова Л.А., Еремеева О.С. 2021. Нормативно-правовое обеспечение управления отходами недропользования и использования вторичных минеральных ресурсов в условиях развития циркулярной экономики. *Дискуссия*, № 5 (108), С. 26 – 38.
12. Чернявский А.Г., 2020. О проблеме освоения техногенных ресурсов. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*, № 3 (172), С. 58 – 64.

References

1. Ryl'nikova M.V., Radchenko D.N., Zalevskaya K.N. i dr., 2019. Problemy i perspektivy вовлечeniya khvostov obogashcheniya zoloto-mysh'yakovistykh rud v ekspluatatsiyu dlya resheniya ekologicheskikh problem regiona [Problems and prospects of involving tailings of gold-arsenic ore enrichment in operation to solve environmental problems of the region]. *Ekologicheskaya, promyshlennaya i energeticheskaya bezopasnost'*, P. 142-147. URL: <https://repository.rudn.ru/ru/records/article/record/69648/> (data obrashcheniya 15.07.2023)
2. Dzhevaga N.V., Chukhlantseva T.I., 2022. Promyshlennyye otkhody v gornodobyvayushchei otrasli: sovremennoe sostoyanie i puti resheniya problem [Industrial waste in the mining industry: current state and ways to solve problems]. *Nauka, tekhnologii, obshchestvo: ekologicheskii inzhiniring v interesakh ustoichivogo razvitiya territorii: Sbornik nauchnykh trudov III Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Krasnoyarsk: Krasnoyarskii kraevoi Dom nauki i tekhniki RosSNIO, Vol 6, P. 210 – 216.*
3. Otchet o NIR (shifr 19-11-NIR/02) po teme: "Sovershenstvovanie sistemy gosudarstvennogo regulirovaniya otnoshenii nedropol'zovaniya pri osushchestvlenii geologicheskogo izucheniya, razvedki i dobychi poleznykh iskopaemykh, sodержashchikhsya v otkho-dakh nedropol'zovaniya", 2020 [Scientific research report (code 19-11- science research/02) on the topic: «Improvement of the system of state regulation of subsurface use relations in the implementation of geological study, exploration and extraction of minerals contained in subsurface use waste», 2020].
4. Christenson H., Pope J., Craw D., 2018. Characterisation of arsenic geochemistry in mine tailings from a mesothermal gold deposit. *11th Conference «Risk to Opportunity»*, P. 6.
5. Mhlongo S.E., Amponsah-Dacosta F., Kadyamatimba, A., 2019. Development and application of a methodological tool for prioritization of rehabilitation of abandoned tailings dumps in the Giyani and Musina areas of South Africa. *Cogent Engineering*, Vol. 6(1).
6. Babasov A.G., 2020. Tekhniko-ekonomicheskaya otsenka tselesoobraznosti vyemki i pererabotki otval'nykh khvostov iz kar'era Glavnyi na Karagailinskoi OF TOO "Korporatsiya Kazakhmys" [Technical and economic assessment of the feasibility of dredging and processing of dump tailings from the Glavny quarry at the Karagailinskaya OF of Kazakhmys Corporation LLP]. *Metallogeniya drevnikh i sovremennykh okeanov*, № 1, P. 112 – 116.
7. Korobova O.S., 2020. Mekhanizmy stimulirovaniya realizatsii proektov v sfere obrashcheniya s otkhodami nedropol'zovaniya [Mechanisms for stimulating the implementation of projects in the field of waste management of subsurface use]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geologiya i razvedka*, № 6, P. 87 – 94.
8. Ryl'nikova M.V., Shvabenland E.E., Tsupkina M.V., Dzhappuev R.K., 2021. Normativno-pravovyye podkhody k вовлечениyu v ekspluatatsiyu tekhnogennykh mineral'nykh obrazovaniy [Regulatory and legal approaches to the involvement in the exploitation of technogenic mineral formations]. *Ratsional'noe osvoenie nedr*, № 1, P. 24 – 29.
9. Rybak Ya., Gorbatyuk S.M., Kongar-Syuryun Ch.B., Khairutdinov A.M., Tyulyaeva Yu.S., Makarov P.S., 2020. Utilizatsiya tekhnogennykh otkhodov gornometallurgicheskikh kompleksov – sposob rasshireniya mineral'no-syr'evoi bazy predpriyatiya [Utilization of technogenic waste of mining and metallurgical complexes as a way to expand the mineral resource base of the enterpris]. *Metallurg*, № 9, P. 8 – 16.
10. Ivankov S.I., Troitskii A.V., Skobelev K.D., 2021. Sovremennyye tendentsii sozdaniya tekhnologii pererabotki i utilizatsii otkhodov obogashcheniya gorno-obogatitel'noi otrasli [Modern trends in the creation of technology for processing and disposal of enrichment waste in the mining and processing industry]. *Nauchnye i tekhnicheskie aspekty okhrany okruzhayushchei sredy*, № 2, P. 2 – 39.
11. Mochalova L.A., Ereemeeva O.S. 2021. Normativno-pravovoe obespechenie upravleniya otkhodami nedropol'zovaniya i ispol'zovaniya vtorichnykh mineral'nykh resursov

v usloviyakh razvitiya tsirkulyarnoi ekonomiki [Regulatory and legal support for waste management of subsurface use and use of secondary mineral resources in the conditions of development of the circular economy]. *Diskussiya*, № 5 (108), P. 26 – 38.

12. Chernyavskii A.G., 2020. O probleme osvoeniya tekhnogennykh resursov [On the problem of the development of technogenic resources]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie*, № 3 (172), P. 58 – 64.