

О возможностях использования горнопромышленных отходов в Мурманской области

С.В. Иванов

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина
ФИЦ Кольский научный центр РАН,
г. Апатиты
etostas@mail.ru

Аннотация

Горнопромышленные отходы оказывают существенное влияние на уязвимую природную среду Арктики и здоровье человека, поэтому проблема их использования имеет особую актуальность для Мурманской области. В статье обсуждаются действующая нормативно-правовая база, перспективные направления развития технологий в этой сфере и существующие способы использования отходов. Рассмотрены практические результаты утилизации отходов горнодобывающей промышленности и показана целесообразность рассмотрения хвостохранилищ как техногенных месторождений с низким содержанием ценных компонентов и их использование в строительной отрасли благодаря невысокой стоимости разработки и снижению экологического ущерба при ликвидации.

Ключевые слова:

Арктика, горнопромышленные отходы, техногенные месторождения, промышленное освоение

Введение

Существенная часть уникальных по своему разнообразию минерально-сырьевых ресурсов России расположена в Арктической зоне (далее – Арктика), где ежегодно образуется до 1 млрд т твердых отходов [1]. Наибольшие площади отходов находятся в Мурманской области, Ненецком автономном округе (низовья Печоры), в южной части Ямало-Ненецкого автономного округа, Красноярском крае (Норильский промышленный район), на севере Республики Саха (Якутия) и Чукотском полуострове вокруг золотодобывающих районов.

В настоящее время на территории Мурманской области располагаются крупнейшие производства горнодобывающей, горнообработывающей и металлургической промышленности, что делает ее одним из наиболее урбанизированных регионов Арктики. На этой территории функционируют следующие предприятия, эксплуатирующие месторождения полезных ископаемых: АО «Кольская ГМК» (города Заполярный, Мончегорск, пос. Никель), АО «Олкон» (г. Оленегорск), ООО «Ловозерский горно-обогатительный комбинат (ЛГОК)» (пос. Ревда), КФ АО «Апатит», АО «Северо-Западная фосфорная компания (СЗФК)» (города Кировск и Апатиты),

On the possibilities of mining waste utilization in the Murmansk Region

S.V. Ivanov

Institute of Economic Affairs named after G.P. Luzin, Federal Research Centre Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity
etostas@mail.ru

Abstract

Mining waste products have a significant effect on the vulnerable natural environment of the Arctic and the human health. So, the problem of mining waste utilization is of a particular relevance for the Murmansk Region. The article discusses the existing legal and regulatory framework, promising directions for the development of technologies in this area, and the current waste utilization methods. The author highlights the practical results of mining waste disposal. The tailings facilities (TSF) are considered as technogenic deposits with a low content of valuable components and so can be used in the building industry due to low cost of such materials and reduction of environmental damage during TSF removal.

Keywords:

the Arctic, mining waste, technogenic deposits, industrial exploitation

«Ковдорский ГОК» (г. Ковдор), филиал АО «РУСАЛ Урал» «Объединенная компания РУСАЛ Кандалакшский алюминиевый завод» (г. Кандалакша).

Эти предприятия, а также объекты накопленного экологического ущерба в местах размещения ликвидированных предприятий добывающей промышленности являются основными источниками образования горнопромышленных отходов в этом регионе. Их доля в структуре промышленного производства Мурманской области составляет более 50 %, они являются градообразующими для более трети населения. Кроме того, образуемые ими отходы составляют 99,4 % образования всех отходов производства и потребления в области (2021) [2, 3].

За весь период разработки месторождений были добыты сотни миллионов тонн руд, а остальные материалы размещены в отвалах длиной в несколько километров и хвостохранилищах площадью от сотен до тысяч гектаров. Из этого объема породы вскрыши и проходки составляют 72,4 %, хвосты обогащения – 24 %, забалансовые и попутные руды – 2,4 %, шлаки и золы – 1,5 % [4–6].

Использование отходов горного, обогатительного и металлургического производств является актуальной проблемой для Арктики и, в частности, Мурманской области. Поэтому создание и внедрение эффективных методов извлечения из них полезных компонентов, вторичное использование и возврат в производственный цикл позволяют получить решение в виде дополнительного источника производимой продукции, поскольку поддержание хвостохранилищ и отвалов требует существенных материальных затрат. Благодаря этому достигается и экологический эффект, поскольку горнопромышленные отходы и после завершения эксплуатации месторождений остаются источниками постоянного негативного воздействия на окружающую среду, что приобрело стабильную тенденцию в регионах их присутствия и может привести к необратимым последствиям, которые очень сложно и дорого устранить [7, 8].

Воздействие горнопромышленных отходов на природную среду проявляется в виде пыления хвостохранилищ и отвалов и загрязнения поверхностных и подземных вод, причем воздействие распространяется на территории, в 10 раз и более превышающие сами места их складирования [9]. Наиболее серьезно такое влияние проявляется на арктических территориях ввиду уязвимости сложившихся северных экосистем. Большая часть отчуждаемых при этом земель влияет и на здоровье населения, поскольку находится в промышленно развитых районах и приводит к образованию обширных техногенных пустынь [10]. Особенно опасные в этом отношении сульфидсодержащие отходы, являющиеся наиболее экологически опасными за счет фильтрации поровых растворов через тело дамбы и дно хвостохранилища [11].

В Мурманской области ежегодно складывается более 200 млн т горнопромышленных отходов, а общий объем их уже достиг около 8 млрд т, что соизмеримо с потребностью в минеральном сырье строительной отрасли [12, 13]. Вовлечение в переработку горнопромышленных отходов для производства керамических строительных материалов: тротуарных, облицовочных, стеновых изделий и эффективных теплоизоляционных материалов является перспективным современным направлением развития промышленного и гражданского строительства.

Нормативно-правовая база в области управления горнопромышленными отходами

На территории Российской Федерации в сфере управления отходами регулирование осуществляется преимущественно следующими федеральными законами: № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» и № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», т.е. все методические и организационные функции закреплены за федеральным правительством. Федеральные органы власти устанавливают порядок отнесения отходов к определенному классу опасности, порядок проведения контроля и мониторинга за состоянием и воздействием на окружающую среду объектов размещения отходов и проведению работ по рекультивации нарушенных земель по окончании эксплуатации. Большинство видов образуемых горнопромышленных от-

ходов в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду были отнесены к V классу (практически неопасные отходы), которые имеют низкую степень отрицательного воздействия на окружающую природную среду и практически не нарушают экосистему.

Решению проблемы управления минеральными отходами также посвящен целый ряд правительственных документов, таких как «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» и «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».

В этих документах среди основных задач указываются: обеспечение эффективного обращения с отходами производства; создание условий и современной инфраструктуры для вторичной переработки запрещенных к захоронению отходов, повышение уровня утилизации отходов производства и потребления, государственная поддержка деятельности в сфере обращения с отходами в Арктической зоне, совершенствование системы обращения с опасными отходами в Арктической зоне [14–16].

В 2014 г. правительством было принято решение перейти на новую систему экологического нормирования, основанную на наилучших доступных технологиях (далее – НДТ). Вступившие в силу Федеральный закон № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» обязывают предприятия, оказывающие значительное негативное воздействие на природную среду, модернизировать производство, внедрять современное природоохранное оборудование и технологии. Деятельность предприятий горнопромышленного комплекса Мурманской области в области применения НДТ регулируется в соответствии с распоряжением Правительства РФ № 2674-р «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» [3].

Наилучшие доступные технологии позволяют сократить риск возникновения аварийных ситуаций, а также снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, почву, подземные и поверхностные воды, сократить воздействие вследствие изъятия земель с целью организации объектов размещения отходов, рационально и комплексно использовать полезные ископаемые и сократить объемы образующихся отходов. Например, скальный грунт, грубодробленая пустая порода и крупная порода от обогащения используются для укрепления откосов ограждающих дамб хвостохранилищ, угольные шламы – в качестве добавки к продуктам обогащения. Вскрышные и вмещающие породы, хвосты применяются при ликвидации горных выработок и для производства строительных материалов, при изготовлении кладочной смеси, материалов для рекультивации нарушенных земель и отсыпки технологических дорог. Кроме того, существуют НДТ для более полного извлечения основных и попутных ценных компонентов из отходов. Побочные и остаточные продукты, образованные при производстве металлов и отходов, используются при

реализации различных процессов и этапов очистки или могут использоваться повторно с целью извлечения других металлов. Большая часть материалов повторно перерабатывается или используется как в самой металлургии, так и в других отраслях промышленности, например, при производстве цемента, абразивов и в строительстве.

Принятие решения о переработке техногенного месторождения требует выполнения прогнозной технологической оценки, в которую входит исследование состава и свойств сырья и выявление наиболее эффективных способов его обогащения и переработки. Каждое из техногенных месторождений имеет свою специфику, однако в России отсутствует идентификация объектов размещения промышленных отходов, научная классификация и методология их исследования, которая охватывала бы все их многообразие [16]. Реестр объектов горнопромышленных отходов в Мурманской области начал формироваться с 2014 г. По данным реестра, на территории Мурманской области находится 54 объекта размещения горнопромышленных отходов [17].

Использование горнопромышленных отходов в Мурманской области

Эксплуатация наиболее доступных и богатых месторождений Мурманской области истощила минерально-сырьевую базу и привела к возрастанию объемов затрат. Учитывая потери в процессах добычи и обогащения, истощение запасов, необходимость вовлечения в эксплуатацию все более бедного сырья, увеличение доли труднообогатимых руд и накопление значительного объема отходов обогащения, горно-обогатительные предприятия вынуждены разрабатывать новые технологии извлечения. В том числе рассматривать отходы горного и металлургического производства как техногенные месторождения и потенциальный источник ценных компонентов. Отходы горного, обогатительного и металлургического производств представляют собой складированные вскрышные горные породы, хвосты обогащения, забалансовые руды и прочие отходы металлургии и угольной промышленности. Кроме того, наблюдается снижение их ценности уже на ранних стадиях хранения, а при длительном размещении происходит безвозвратное масштабное загрязнение окружающих территорий и полная потеря потребительских качеств. Особое внимание уделяется возможности вовлечения в производство тонкодисперсного сырья, а именно – хвостов обогащения.

Запасы первичных руд по содержанию неизвлеченных полезных компонентов сопоставимы с запасами руд в техногенных месторождениях. Однако переработка техногенных минеральных образований требует меньших затрат, поэтому они могут удовлетворять потребности промышленности в течение длительного времени, поскольку наблюдается тенденция превышения темпов накопления горнопромышленных отходов над темпами роста промышленного производства [7, 18].

В структуре образующихся отходов горнодобывающих предприятий Мурманской области отходы V класса опасности (скальные и вскрышные породы, хвосты обогащения, металлургические шлаки) занимают долю около 99 %

всех образующихся отходов [19–21]. Образование, утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления V класса опасности в Мурманской области показано в таблице.

Образование, утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления V класса опасности в Мурманской области, млн т [3]

Generation, utilization, and neutralization of production and consumption waste of the Vth hazard class in the Murmansk Region, million tons [3]

Годы	2018	2019	2020	2021
Образовано	229,4	259,9	305,4	291,7
Обработано	0,0002	0,0003	0,005	0
Утилизировано	54	40,4	37,1	44,7
Обезврежено	0,0003	0,01	12,2	0,01
Захоронение	120,4	159,8	88	71,6

В настоящее время на предприятиях горнопромышленные отходы не находят широкого применения, доля их утилизации за последние годы снизилась и используется не более 10 % их образования, в основном для заполнения отработанных карьеров, производства песка и щебня для строительства и ремонта автомобильных дорог, насыпи железнодорожного полотна и обвалования дамб [19–23]. Однако в других странах, например, в США и Японии доля отходов в сырьевом балансе составляет до 26 %, а в большинстве экономически развитых стран – 16–20 % [18].

Можно отметить, что на данный момент в целях повышения эффективности переработки руд реализуются новые проекты в области производственных технологий. Так, ПАО «ФосАгро» и Кольский научный центр Российской академии наук будут разрабатывать оптимальные режимы подготовки руды и селективной флотации, эффективные и экологичные флотационные реагенты, проводить 3D-картирование запасов руды [21].

Перспективные разработки и практическое применение

Вопрос переработки бедных руд и горнопромышленных отходов могут решить комбинированные технологии и гидрометаллургические процессы извлечения полезных ископаемых, обеспечивающие доизвлечение полезных компонентов. Для переработки некондиционного сырья с существенно более низким содержанием полезных компонентов перспективным представляется метод кучного выщелачивания. Этот метод уже прошел успешные промышленные испытания по извлечению металлов из медно-никелевых руд горнодобывающей компанией Талвиваара, Финляндия (Talvivaara Mining Company plc). Также стоит выделить бактериальное биовыщелачивание, основанное на природных химико-биологических процессах и позволяющее достигнуть извлечения ценных компонентов свыше 90 %. Еще одним перспективным направлением использования минеральных отходов является применение физико-химических геотехнологий при низкой химической активности нерудных минералов [11].

Наибольший интерес представляют отходы, находящиеся в непосредственной близости от предприятий горного и металлургического комплекса. Потенциальным сырьем

могут стать хвосты обогащения медно-никелевых руд (АО «Кольская ГМК»), апатит-нефелиновых руд (АО «Апатит») и железистых кварцитов (АО «Олкон»). Общее количество отходов обогащения этих предприятий почти достигло 2,5 млрд т, из которых 45,6 % составляют отходы КФ АО «Апатит» и 38,1 % – хвостохранилища АО «Олкон» и АО «Кольская ГМК» [5]. При их переработке образуется большое количество различных побочных продуктов, которые необходимо использовать в качестве строительных материалов и для керамического производства. Оптимальный состав керамической массы отвечает следующему соотношению компонентов, %: хвосты обогащения медно-никелевых руд – 40, апатит-нефелиновых руд – 40, железных руд – 20 [6]. Кроме того, хвосты АО «Апатит» могут служить сырьем для получения глинозема, соды и поташа из-за высокого содержания нефелина (52–60 %) [7].

Основным способом обоснования целесообразности и возможности переработки горнопромышленных отходов являются эксперименты, на основании которых может быть сделан прогноз перспектив освоения тех или иных техногенных месторождений. В ряде работ были получены эффективные теплоизоляционные блочные и гранулированные пеноматериалы, декоративные стекла, керамические и гиперпрессованные материалы: стеновые, облицовочные и тротуарные изделия. Таким образом, на основе отходов и побочных продуктов могут быть получены материалы, которые могут найти применение при строительстве и реконструкции зданий [8, 12, 24].

Главными причинами, сдерживающими переработку техногенного сырья, называют природную и техногенную неоднородность различных уровней, обуславливающую непостоянство состава и свойств, а также наличие нехарактерных для первичного сырья минералов-примесей [20]. Неблагоприятные климатические условия горнодобывающих регионов России также являются определенным препятствием, однако в мировой практике, как и в России, есть примеры ведения работ в сложных климатических условиях [24, 25].

Заключение

В настоящее время, несмотря на то, что горнопромышленные предприятия Мурманской области обладают собственной минерально-сырьевой базой на стратегическую перспективу, доля запасов, доступных для открытой разработки, неуклонно снижается, а перспективы их восполнения на данный момент неочевидны. Тем не менее некоторые из предприятий перешли на добычу и переработку рядовых и бедных руд.

Очевидна перспективность рассмотрения хвостохранилищ как техногенных месторождений с низким содержанием ценных компонентов. Вовлечение техногенного сырья в хозяйственный оборот для получения строительных материалов рентабельно, так как хвостохранилища расположены на поверхности земли, а стоимость их переработки невысока. Это позволит снизить расходы на поиски и разведку новых месторождений и высвободит занимаемые земли и ликвидирует источники загрязнения

окружающей среды на прилегающие к ним территории.

Важным аспектом является разработка научных основ инновационных технологий и проектных решений производственных линий. Однако горнопромышленные предприятия Мурманской области действуют в течение долгого периода времени, а их высокий уровень энергетической емкости и потребления ресурсов серьезно препятствует техническому переоснащению и реконструкции.

К перспективным задачам можно отнести технологическое доизучение и обоснование утилизации горнопромышленных отходов и поиск специфических технологий их переработки с учетом снижения воздействия на окружающую среду. Чтобы диверсифицировать развитие экономики и создать конкурентоспособную отечественную промышленность переработки отходов горнопромышленных предприятий, необходимо создать опытные производства и типовые производственно-технические комплексы.

Литература

1. Соколов, Ю.И. Арктика: к проблеме накопленного экологического ущерба / Ю.И. Соколов // Арктика: экология и экономика. – 2013. – № 2 (10). – С. 21.
2. Козырев, А.А. Состояние и потенциал горнопромышленного комплекса Мурманской области / А.А. Козырев, С.В. Жабин, О.Е. Чуркин // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2009. – Т. 12, № 4. – С. 591–595.
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2021 году. – URL: <https://gov-murmansk.ru/region/environmentstate/> (дата обращения: 14.04.2023).
4. Громов, Е.В. Оценка эффективности переработки техногенного сырья рудных месторождений Кольского горнопромышленного комплекса / Е.В. Громов, А.С. Опалев, В.А. Иванова, М.С. Хохуля // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2018. – № 3 (59). – С. 77–90.
5. Чуркин, О.Е. Освоение отходов горного производства как инвестиционное направление развития горнорудной промышленности Кольского полуострова / О.Е. Чуркин, А.А. Гилярова // Экономика, предпринимательство и право. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 905–916.
6. Макаров, Д.В. Исследования по обоснованию снижения экологической опасности отходов горнопромышленного комплекса: основные результаты и перспективы научного направления / Д.В. Макаров, В.А. Маслобоев, Л.Б. Кошкина, Л.П. Сулименко, А.В. Светлов [и др.] // Труды Кольского научного центра. – 2018. – Т. 9, № 9–6. – С. 104–160.
7. Невская, М.А. Геоэкологические и организационно-экономические проблемы переработки горнопромышленных отходов в Российской Федерации / М.А. Невская, С.Г. Селезнев, В.А. Маслобоев, Е.М. Ключникова, О.Т. Кониная [и др.] // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2020. – Т. 12, № 1. – С. 11–25.
8. Манакова, Н.К. Горнопромышленные отходы Мурманской области для получения блочных пеносиликатов /

- Н.К. Манакова, О.В. Суворова // Минералогия техногенеза. – 2017. – № 18. – С. 163–173.
9. Габараев, О.З. Концепция утилизации техногенных и металлосодержащих отходов / О.З. Габараев, М.Ю. Лискова, Е.Ю. Разоренова, А.О. Габараева // Известия Уральского государственного горного университета. – 2021. – № 4 (64). – С. 80–87.
 10. Макаров, В.Н. Физико-химические процессы в сульфидсодержащих горнопромышленных отходах / В.Н. Макаров, О.Н. Крашенинников, Б.И. Гуревич, А.П. Зосин, Н.Н. Гришин [и др.]. – Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2003. – 234 с.
 11. Светлов, А.В. Проблема переработки бедных руд и техногенных отходов, снижение негативного влияния на окружающую среду от деятельности предприятий горнопромышленного комплекса / А.В. Светлов, Е.А. Красавцева, А.А. Горячев, Е.О. Поторочин // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2020. – Т. 12, № 3. – С. 21–34.
 12. Суворова, О.В. Использование техногенного сырья Мурманской области в производстве стекла и керамики / О.В. Суворова, Р.Г. Мелконян, Д.В. Макаров, В.В. Лашук // Техника и технология силикатов. – 2010. – Т. 17, № 3. – С. 23–29.
 13. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. – URL: http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic_strategy/ (дата обращения: 14.04.2023).
 14. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902369004> (дата обращения: 14.04.2023).
 15. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года. – URL: <http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic2035/> (дата обращения: 14.04.2023).
 16. Денисова, Ю.Л. Хвосты обогащения медно-никелевых руд АО «Кольская ГМК» и возможные пути использования / Ю.Л. Денисова, А.В. Светлов // Труды Кольского научного центра РАН. – 2018. – Т. 9, № 2-2. – С. 821–824.
 17. Сведения из государственного реестра объектов размещения отходов. – URL: <https://rpn.gov.ru/activity/regulation/kadastr/oro/> (дата обращения 14.04.2023).
 18. Ларичкин, Ф.Д. Проблемы рационального обращения с горнопромышленными отходами / Ф.Д. Ларичкин, В.Н. Переин, Л.И. Гончарова // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренц-региона в технологии строительных и технических материалов: V Всероссийская научная конференция с международным участием, Апатиты, 12–15 ноября 2013 года. – 2013. – С. 20–22. – URL: <https://helion-ltd.ru/mountain-industrial-wastes/> (дата обращения: 14.04.2023).
 19. Отчеты о корпоративной социальной ответственности и устойчивости развития ПАО «Северсталь». – URL: <https://www.severstal.com/rus/sustainable-development/documents/reports> (дата обращения: 14.04.2023).
 20. Отчеты об устойчивом развитии ПАО «ГМК «Норильский никель»». – URL: <https://www.nornickel.ru/investors/reports-and-results/annual-reports/> (дата обращения: 14.04.2023).
 21. Годовые отчеты ПАО «ФосАгро». – URL: https://www.phosagro.ru/investors/reports_and_results/ (дата обращения: 14.04.2023).
 22. Лашук, В.В. Исследование отходов обогащения руд горнопромышленного комплекса Мурманской области в качестве термохимического сырья для производства стекла и керамики / В.В. Лашук, О.В. Суворова, Д.В. Макаров, В.А. Бокарева // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – Апатиты, 2011. – № 8. – С. 259–264.
 23. Макаров, Д.В. Перспективы использования промышленных отходов для получения керамических строительных материалов / Д.В. Макаров, Р.Г. Мелконян, О.В. Суворова, В.А. Кумарова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № 5. – С. 254–281.
 24. Маркович, Т.И. Окислительное выщелачивание сульфидной удоканской руды с участием кислородных соединений азота в криогенных условиях / Т.И. Маркович, Л.И. Разворотнева // Вестник ОНЗ РАН. – 2011. – № 3. – NZ6071. – URL: <https://onznews.wdcb.ru/publications/v03/asemp-g11ru/2011NZ000201R.pdf> (дата обращения: 14.04.2023).
 25. Ollakka, H. The application of principal component analysis for bioheapleaching process – Case study. Talvivaara mine / H. Ollakka, J. Ruuska, S. Taskila // Minerals Engineering. – 2016. – Vol. 96. – P. 48–58.

References

1. Sokolov, Yu.I. / Arktika: k probleme nakoplenogo ekologicheskogo / Yu.I. Sokolov // Arktika: ekologiya i ekonomika– 2013. – № 2 (10). – P. 21.
2. Kozyrev, A.A. / Sostoyanie i potencial gornopromyshlennogo kompleksa Murmanskoi oblasti / A.A. Kozyrev, S.V. Zhabin, O.E. Churkin // Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta. – 2009. – Vol. 12. – № 4. – P. 591–595.
3. Doklad o sostoyanii i ob ohrane okhrzhayushei sredy v Murmanskoi oblasti v 2021 godu. URL: <https://gov-murman.ru/region/environmentstate/> (Accessed on 14 April 2023).
4. Gromov, E.V. / Ocenka effektivnosti pererabotki tehnogennogo syrya rudnyh mestorozhdenij Kolskogo gornopromyshlennogo kompleksa / E.V. Gromov, A.S. Opalev, V.A. Ivanova, M.S. Hohulya // Sever i rynek: formirovaniye ekonomicheskogo poryadka. – 2018. – № 3 (59). – P. 77–90.
5. Churkin, O.E. / Osvoenie othodov gornogo proizvodstva kak investicionnoe naporavlenie razvitiya gornorudnoi promyshlennosti Kolskogo poluostrova / O.E. Churkin, A.A. Gilyarova // Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo. – 2020. – Vol. 10. – № 3. – P. 905–916.
6. Makarov, D.V. / Issledovaniya po obosnovaniyu snizheniya ekologicheskoi opasnosti othodov gornopromyshlennogo kompleksa: osnovnye rezultaty i perspektivy nauchnogo napravleniya / D.V. Makarov, V.A. Masloboev, L.B. Koshki-

- na, L.P. Sulimenko, A.V. Svetlov [et al.] // Trudy Kolskogo nauchnogo centra. – 2018. – Vol. 9. – № 9-6. – P. 104-160.
7. Nevskaya, M.A. / Geoekologicheskie i organizacionno-ekonomicheskie problem pererabotki gornopromyshlennyh othodov v Rossiiskoj Federacii / M.A. Nevskaya, S.G. Seleznev, V.A. Masloboev, E.M. Klyuchnikova, O.T. Konina [et al.] // Vestnik Kolskogo nauchnogo centra RAN. – 2020. – Vol. 12. – № 1. – P. 11-25.
 8. Manakova, N.K. / Gornopromyshlennye othody Murmanskoi oblasti dlya polycheniya blochnyh penosilikatov / N.K. Manakova, O.V. Suvorova // Mineralogiya tehnogenez. – 2017. – № 18. – P. 163-13.
 9. Gabarev, O.Z. / Konceptiya utilizacii tehnogennyh i metallosoderzhashih othodov / O.Z. Gabarev, M.Yu. Liskova, E.Yu. Razorenova, A.O. Gabareva // Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta. – 2021. – № 4 (64). – P. 80-87.
 10. Makarov, V.N. / Fiziko-himicheskie process v sulfidosoderzhashyh gornopromyshlennyh othodah / V.N. Makarov, O.N. Krashennikov, B.I. Gurevich, A.P. Zosin, N.N. Grishin, V.T. Kalinnikov // Apatity: Kolskij nauchnyj centr RAN, 2003. – 234 p.
 11. Svetlov, A.V. / Problema pererabotky bednyh rud i tehnogennyh othodov, cnizheniye negativnogo vliyaniya na okruzhyshuyu sredu ot deyatelnosti predpriyatii gornopromyshlennogo kompleksa / A.V. Svetlov, E.A. Krasavceva, A.A. Goryachev, E.O. Potorochin // Vestnik Kolskogo nauchnogo centra RAN. – 2020. – Vol. 12. – № 3. – P. 21-34.
 12. Suvorova, O.V. / Ispolzovanie tehnogennogo syrja Murmanskoi oblasti v proizvodstve stekla i keramiki / O.V. Suvorova, R.G. Melkonyan, D.V. Makarov, V.V. Lashuk // Tehnika i tehnologiya silikatov. – 2010. – Vol. 17. – № 3. – P. 23-29.
 13. Strategiya razvitiya Arkticheskoy zony Rossiiskoj Federacii i obespecheniya nacionalnoi bezopasnosti na period do 2035 goda. URL: http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic_strategy/ (accessed on 14 April 2023).
 14. Osnovy gosudarstvennoi politiki v oblasti ekologicheskogo razvitiya Rossiiskoj Federacii na period do 2030 goda. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902369004> (accessed on 14 April 2023).
 15. Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoj Federacii v Arktike na period do 2035 goda. – URL: <http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic2035/> (accessed on 14 April 2023).
 16. Denisova, Yu.L. Hvosty obogasheniya medno-nikelevykh rud AO “Kolskaya GMK” i vozmozhnye puti ih ispolzovaniya / Yu.L. Denisova, A.V. Svetlov // Trudy Kolskogo nauchnogo centra RAN. – 2018. – Vol. 9. – № 2-2. – P. 821-824.
 17. Svedeniya iz gosudarstvennogo reestra obyektov rezmesheniya othodov URL: <https://rpn.gov.ru/activity/regulation/kadastr/oro/> (accessed on 14 April 2023).
 18. Larichkin, F.D. Problemy racionalnogo obrasheniya s gornopromyshlennymi othodami / F.D. Larichkin, V.N. Perein, L.I. Goncharova // Problemy racionalnogo ispolzovaniya prirodnoho i tehnogennogo syrja Barenc-regiona v tehnologii stritelnyh i tehnicheskikh materialov. V Vserossiiskaya nauchnaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem, Apatity, 12–15 noyabrya 2013 goda. – 2013. – P. 20-22.
 19. Otchety o korporativnoi socialnoi otvetstvennosti i ustoychivosti razvitiya PAS “Severstal” URL: <https://www.severstal.com/rus/sustainable-development/documents/reports> (accessed on 14 April 2023).
 20. Otchety ob ustoychivom razvitii PAO “GMK “Norilskii Nikel”. – URL: <https://www.nornickel.ru/investors/reports-and-results/annual-reports/> (accessed on 14 April 2023).
 21. Godovye otchety PAO “FosAgro”. – URL: https://www.phosagro.ru/investors/reports_and_results/ (accessed on 14 April 2023).
 22. Lashuk, V.V. / Issledovanie othodov obogasheniya rud gornopromyshlennogo kompleksa Murmanskoi oblasti v kachestve termohimicheskogo syrja dlya proizvodstva stekla i keramiki / V.V. Lashuk, O.V. Suvorova, D.V. Makarov, V.A. Bokareva // Trudy Fersmanovskoi nauchnoi sessii GI KNC RAN. – 2011. – № 8. – P. 259-264.
 23. Makarov, D.V. / Perspektivy ispolzovaniya promyshlennyh othodov dlya polycheniya keramicheskikh stroitelnyh materialov / D.V. Makarov, R.G. Melkonyan, O.V. Suvorova, V.A. Kumarova // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten (nauchno-tehnicheskij zhurnal) – 2016. – № 5. – P. 254-281.
 24. Markovich, T.I. / Okislitelnoe vyshelachivanie sulfidnoi udokanskoi rudy s uchastiem kislorodnyh soedinenij azota v kriogennyh usloviyah / T. I. Markovich, L. I. Razvorotneva // Vestnik ONZ RAN. – 2011. – № 3. – NZ6071.
 25. Ollakka, H. The application of principal component analysis for bioheapleaching process – Case study. Talvivaara mine / H. Ollakka, J. Ruuska, S. Taskila // Minerals Engineering. – 2016. – Vol. 96. – P. 48-58.

Благодарность (госзадание)

Статья подготовлена в рамках темы НИР FMEZ – 2023 – 0007 «Стратегические направления инновационно-технологического развития промышленности как основы обеспечения устойчивости социально-экономических систем Арктической зоны Российской Федерации».

Информация об авторе:

Иванов Станислав Викторович – научный сотрудник Института экономических проблем им. Г.П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»; Scopus 57194024976;

ORCID 0000-0001-9141-3211 (Российская Федерация, 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24а; e-mail: etostas@mail.ru).

About the author:

Stanislav V. Ivanov – Researcher, Scopus Author ID: 57194024976, ORCID 0000-0001-9141-3211, Institute of Economic Affairs named after G.P. Luzin, Federal Research Centre Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (24a Fersman st., Apatity, Murmansk Region, Russian Federation, 184209; e-mail: etostas@mail.ru).

Для цитирования:

Иванов, С.В. О возможностях использования горнопромышленных отходов в Мурманской области / С.В. Иванов // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экономические науки». – 2023. – № 3 (61). – С. 79–85.

For citation:

Ivanov, S.V. O vozmozhnostyah ispolzovaniya gornopromyshlennykh othodov v Murmanskoy oblasti [On the possibilities of mining waste utilization in the Murmansk Region] / L.V. Ivanova // Proceedings of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Economic Sciences”. – 2023. – № 3 (61). – P. 79–85.

Дата поступления статьи: 10.05.2023

Прошла рецензирование: 10.05.2023

Принято решение о публикации: 30.05.2023

Received: 10.05.2023

Reviewed: 10.05.2023

Accepted: 30.05.2023