

Научная статья

Original article

УДК 504.064.47

doi: 10.55186/2413046X\_2025\_10\_8\_198

**ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЧАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ  
WAYS TO SOLVE GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF SUBSURFACE  
USE IN TERMS OF WASTE MANAGEMENT**



**Быкова Мария Витальевна**, старший преподаватель кафедры химии, химических технологий, экологии и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, E-mail: [mariya-bykova@mail.ru](mailto:mariya-bykova@mail.ru)

**Осадчая Галина Григорьевна**, д.г.н., профессор кафедры химии, химических технологий, экологии и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, E-mail: [galgriosa@yandex.ru](mailto:galgriosa@yandex.ru)

**Дудников Виталий Юрьевич**, к.т.н. доцент кафедры поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, E-mail: [vdudnikov@ugtu.net](mailto:vdudnikov@ugtu.net)

**Рекова Елена Викторовна**, ведущий инженер группы по землеустройству, ООО «Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа Ухтинского государственного технического университета», Ухта, E-mail: [rekova82@inbox.ru](mailto:rekova82@inbox.ru)

**Bykova Maria Vitalievna**, Senior Lecturer at the Department of Chemistry, Chemical Technologies, Ecology and Technosphere Safety, Ukhta State Technical University, Ukhta, E-mail: [mariya-bykova@mail.ru](mailto:mariya-bykova@mail.ru)

**Osadchaya Galina Grigorievna**, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Chemistry, Chemical Technologies, Ecology and Technosphere Safety, Ukhta State Technical University, Ukhta, E-mail: [galgriosa@yandex.ru](mailto:galgriosa@yandex.ru)

**Dudnikov Vitaly Yurievich**, Candidate of Technical Sciences, docent Departments of prospecting and exploration of mineral deposits, Ukhta State Technical University, Ukhta, E-mail: [vdudnikov@ugtu.net](mailto:vdudnikov@ugtu.net)

**Rekova Elena Viktorovna**, Senior Engineer of the Land Management Group, NIPI OF OIL AND GAS USTU, Ukhta, E-mail: rekova82@inbox.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены геоэкологические проблемы недропользования, которые связаны с обращением с отходами горнодобывающей отрасли. Решение этих проблем предполагает комплексный подход и внедрение в практику инновационных разработок. Вопросы утилизации отходов при увеличении объемов добычи минерального сырья становятся критически важными для обеспечения устойчивого развития и экологической безопасности. Согласно статистическим данным, количество образующихся в горнодобывающей отрасли отходов растет, что приводит к росту отвалов вскрышных пород. Комплексное использование полезных ископаемых, включая отходы горнодобычи, предполагает также использование не только новых технологий, но и разработку техногенных месторождений, правильное размещение отвалов, чтобы в дальнейшем из потенциально вторичных минеральных ресурсов извлечь максимум полезных компонентов.

**Abstract.** The article discusses the geological and environmental problems of subsoil use related to the management of mining industry waste. Solving these problems requires a comprehensive approach and the implementation of innovative solutions. As mineral extraction increases, waste management becomes critical for

sustainable development and environmental safety. According to statistics, the amount of waste generated in the mining industry is increasing, leading to an increase in the amount of overburden rock piles. The comprehensive use of minerals, including mining waste, also involves the use of new technologies, as well as the development of technogenic deposits and the proper placement of waste dumps, in order to extract as many useful components as possible from potentially secondary mineral resources.

**Ключевые слова:** недропользование, горнодобывающая промышленность, вскрышные породы, отходы, накопление отходов, использование отходов, воздействие на окружающую среду

**Keywords:** subsurface use, mining industry, overburden rocks, wastes, accumulation of waste, waste management, environmental impact

Недропользование – это деятельность в области геологического изучения, использования и охраны недр, использования отходов добычи полезных ископаемых, специфических минеральных ресурсов, подземных вод, включая попутные воды и вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд [1].

Горная промышленность, горнодобывающая промышленность – комплекс отраслей производства по разведке месторождений полезных ископаемых, их добыче из недр земли и первичной обработке – обогащению [2].

В настоящей статье под горнодобывающей промышленностью подразумевается добыча открытым (карьерным) способом твердых полезных ископаемых.

Развитие горнодобывающей промышленности началось в IV-VI тысячелетии до н.э. (докерамический энеолит Чатал-Гуйюка) на Ближнем Востоке, в античном мире, в Западной Европе и др. V-XVII вв. относятся к расцвету горного дела в Средней Европе. В среднегорье были разработаны

тысячи рудников, в которых добывалось железо, серебро, золото, цинк, медь, олово, ртуть, мышьяк, свинец, каменная соль. Активное развитие горнодобывающего производства в нашей стране началось в XVIII в. после утверждения в 1719 г. Берг-Коллегии. На Урале и Алтае развивалась деятельность горнопромышленников, которые добывали медь и железо [3].

В настоящее время горнодобывающая промышленность развивается и с каждым годом разрабатывается все больше месторождений, в результате чего увеличивается количество отходов горной добычи и возникает проблема накопления и дальнейшего использования отходов. Как результат – увеличение нагрузки на окружающую среду (ОС).

На сегодняшний день проблеме экологически безопасного функционирования горнодобывающих предприятий уделяется все больше внимания, и прежде всего это связано с воздействием добычи полезных ископаемых ОС. Влияние отдельного предприятия горнодобычи зависит от горно-геологических характеристик разрабатываемого месторождения, а также от используемых технологий и технических средств.

Образование отходов при горнодобыче, а также их отрицательное *негативное* воздействие на ОС – одна из универсальных геоэкологических проблем, так как имеет распространение во всем мире.

Главной особенностью горнодобывающей промышленности является образование большого количества вскрышных пород (отходов) при разработке месторождений и их дальнейшее использование. Вскрышные породы обычно включают в себя глину, песок, гравий, окись кремния, окись железа и многие другие компоненты.

По данным Росстата [4] в 2024 году при добыче полезных ископаемых было образовано 7882,1 млн т отходов, в т.ч. при добыче угля – 5308,6 млн т и металлических руд – 2244,9 млн т. В 2016 году количество отходов образованных данной отрасли составляло 4723,8 млн т, что в 1,6 раз меньше количества отходов, образованных в 2024 году.

Отходов добывающей промышленности с каждым годом становится больше. Это объясняется рядом причин. Во-первых, с расчетом на единицу времени увеличивается объем вскрышных пород по отношению к объему полезного ископаемого (ПИ), так называемый эксплуатационный коэффициент вскрыши. Во-вторых, в разработку вовлекаются месторождения, раньше считавшиеся забалансовыми как раз из-за невысокого качества руд и проблемами, связанными с утилизацией отходов.

Из сказанного выше можно выделить две геоэкологические проблемы недропользования в части обращения с отходами:

- 1) проблема накопления отходов;
- 2) проблема использования отходов.

Первой геоэкологической проблемой является накопление отходов. Как уже отмечалось ранее накопленные отходы негативно воздействуют на окружающую среду, и соответственно представляют экологическую опасность, но одновременно имеют значительную ресурсную ценность как «техногенные месторождения».

Существует два подхода к формированию системы управления отходами, образующиеся отходы можно рассматривать как потенциально опасный фактор негативного воздействия на ОС, в результате чего предприятие пытается безопасно разместить отходы, которые затем накапливаются и представляют еще большую опасность из-за их большого количества. Также отходы можно рассматривать, как и вторичное сырье, в результате чего предприятие использует эти отходы в технологических процессах и использует их как природные ресурсы, данный вариант более рационален за счет меньшего количества образующихся отходов [5].

В России под складирование горнопромышленных отходов занято более 500 тыс. га земель (и, помимо этого, ежегодно отчуждается около 10 тыс. га, пригодных для сельского хозяйства) [6].

В основном, с каждым годом в России увеличиваются объемы накопленных отходов в результате интенсивной работы горнодобывающих предприятий.

Отвалы и хвостохранилища, характерные для горного производства при размещении пустой породы и отходов, изменяют природные ландшафты, В масштабах государства их суммарная площадь (по разным оценкам) может достигать 2000 тыс. км<sup>2</sup>.

Помимо отвода земель различных категорий под складирование больших площадей, отходы наносят прямой вред окружающей природной среде: нарушают естественные биогеохимические циклы, загрязняют атмосферу, почву, поверхностные и подземные воды вредными и токсичными веществами.

Поэтому также важно уметь правильно использовать отходы горной добычи, чтобы извлекать максимальную пользу и отсюда следует вторая проблема, которая остро стоит как в России, так и за рубежом.

Второй геоэкологической проблемой является использование отходов.

Безотходное их использование необходимо сочетать с продуманным, бережным отношением к ОС. Полноценно должны использоваться не только все добываемые компоненты, но и созданные и накопленные человеком, в том числе отходов, Это повышает экономическую эффективность всего цикла работ геологической, горнодобывающей и перерабатывающей отраслей. Это важно и с точки зрения охраны природы при разработке месторождений и деятельности перерабатывающих предприятий [7].

Комплексное использование отходов горной добычи необходимо рассматривать как часть системы рационального природопользования в его социально-экономической (социальной) части. На всех этапах работ (добыча, комплексная переработка, обращение с вторичными отходами) нужно в полной мере учитывать их последствия, как геологические, так и технологические, экологические, экономические, природоохранные и пр.

Пока что в РФ отвалы вскрышных пород – это места размещения отходов, а не дополнительный ресурс. При добыче и переработке ПИ *полезного ископаемого* извлекается менее 90 % полезного компонента.

Для компаний, специализирующихся на добыче полезных ископаемых, переработка техногенных минеральных ресурсов представляет собой комплексную и капиталоемкую задачу. Этот процесс требует не только разработки и внедрения инновационных технологий, но и реализацию целого комплекса работ от геологоразведочных до постановки запасов, содержащихся в отходах, на государственный баланс. Обычно это экономически невыгодно.

Как результат, подобные конкретные требования в области охраны ОС отсутствуют в лицензионных соглашениях. Всё, что касается охраны ОС описывается в них одной строкой: «Соблюдение требований законодательства в области охраны окружающей среды», тогда как до 2015 г. для каждого лицензионного участка экологические требования конкретизировались, приводился их перечень, обязательно указывалось на обязательность организации и проведения экологического мониторинга.

Для обозначенных ранее геоэкологические проблемы недропользования в части обращения с отходами разработаны пути их решения.

Первым путем решения является повышение эффективности добычи полезных ископаемых, а также переработки и использования отходов горной добычи.

Самыми низкими показателями полноты и целостности освоения запасов отличается этап подготовки минерального сырья на перерабатывающей стадии (дробление, разупрочнение и дезинтеграция) – самый энергоемкий процесс. Это, главным образом, связано с тем, что в принципе в этой сфере практически отсутствуют соответствующие разработки.

Для подготовки минерального сырья необходимо обеспечивать селективное разрушение посредством формирования фрагментов (кусков),

которые имеют контрастные структурные элементы раскрытия и распределения в момент добычи и переработки.

Этот процесс дает управлять качеством минерального сырья и энергозатратами в процессах добычи и переработки, когда формируются текстурные элементы распределения, которые могут быть полезны в начальной стадии переработки минерального сырья, для которой требуются характеристики (признаки) качества.

Ожидается, что в будущем отходы горной добычи станут проще использовать в качестве природных ресурсов, которые, в свою очередь, можно будет использовать различными способами, что позволит снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду [8].

Вторым путем решения является рациональное использование отходов горной добычи.

В отвалы поступают разные типы вскрышных пород и от них зависит как эти отходы будут применяться, это также связано с разными типом месторождений полезных ископаемых, которые разрабатываются (рудные, металлические и т.д.). Конечно, важно использовать данные отходы по назначению для того, чтобы отвалы не занимали большую площадь. Все это является мощным толчком для исследования возможных областей применения данных отходов.

На данный момент рационально использовать отходы горной добычи в качестве строительных материалов потому, что горная масса давно и успешно используется в дорожном строительстве. Это экономически выгодно (дополнительная прибыль для добывающих компаний), экологически оправдано, обеспечивает сырьевую базу строительства. Отвалы вскрышных пород могут использоваться в различных сферах в зависимости от конкретных свойств пород отвалов (минеральный и химический состав, однородность, физико-механические свойства, др.), что свидетельствует в

пользу целесообразности дальнейшей разработки техногенных месторождений.

Третьим путем решения является разработка техногенных месторождений.

Техногенными месторождениями также можно назвать техногенные образования, которые могут быть пригодны для качественного применения в производстве материалов в любое время (в зависимости от развития науки и техники) из-за большого количества и высокого качества минерального вещества, которое в них содержится.

Также в процессе формирования первичных отвалов следует учитывать, что они могут захламляться другими промышленными отходами (отработанные шины, кабельная продукция и т.д.). В целом, для обеспечения качественных характеристик техногенного сырья, и чтобы процесс переработки оставался качественным, важно организовать отдельное сырьевое хранение пород по их типам. Также организовывается отдельный отвал для техногенного сырья если в нем обнаружено большое количество полезных компонентов после отработки карьерных зон. Нормализуются качественные характеристики вследствие отдельного хранения пород для того, чтобы сделать возможной дальнейшую переработку и увеличение стойкости отвалов. [9].

Разработка техногенных месторождений может снизить нагрузку на окружающую среду, извлекая из вторичного минерального сырья множество полезных компонентов. Также стоит отметить, что для разработки накопленных техногенных месторождений предприятиям необходима финансовая поддержка государства в виду дороговизны разработки таких месторождений.

Подводя итог всему вышесказанному, можно отметить, что существует множество путей решения геоэкологических проблем горнодобывающей промышленности, связанных с отходами. Нужно повышать эффективность

добычи, переработки и использования отходов горной добычи, учитывая при этом структурные и физико-механические свойства пород. Как показывает практика, отходы горной добычи можно использовать в различных отраслях, но прежде всего в строительстве, так как это наиболее перспективный способ применения. Для повышения эффективности и добычи, и переработки, и использования отходов горной добычи, нужно разрабатывать техногенные месторождения, учитывая при этом множество принципов. Чаще всего принципы связаны с правильным размещением отвалов, чтобы в дальнейшем использовать потенциал вторичных минеральных ресурсов, извлечь максимум полезных компонентов. Для уменьшения образования отходов, оказывающих негативное воздействие, обеспечения безопасного хранения и переработки отходов как вторичного сырья, обязательным требованием является внедрение инновационных технологий

#### **Список источников**

1. Определение понятия недропользование. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Режим доступа: <https://www.mnr.gov.ru/theme/nedra/>.
2. Прохоров, А. М. Большая советская энциклопедия. 3-е издание. В 30 томах: энциклопедия / А. М. Прохоров. – Москва: Изд-во Советская энциклопедия, 1969-1978. – 19774 с.
3. Бондарев, Л. Г. История природопользования: учебное пособие / Л. Г. Бондарев. – Москва: Изд-во Московского университета, 1999. – 96 с.
4. Отходы производства и потребления. Федеральная служба государственной статистики – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>.
5. Липина, Л. Н. Некоторые вопросы управления отходами горного производства / Л. Н. Липина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – №10 (136).

6. Тагаева, Т. О. Проблема накопления отходов в отраслях добывающей промышленности РФ / Т. О. Тагаева, В. М. Гильмутдинов, Л. К. Казанцева. // ЭКО. – 2022. – № 9. – С. 117-131.
7. Вуколов, А. Н. Проблемы и перспективы использования техногенного минерального сырья / А. Н. Вуколов. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №5. – С. 130-131.
8. Доможиров, Д. В. К вопросу повышения эффективности добычи и переработки минерального сырья за счет управления параметрами буровзрывных работ для достижения требований к качеству / Д. В. Доможиров // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. – 2023. – №1. – С. 5-14.
9. Архипов, А. В. Техногенные месторождения. Разработка и формирование: монография / А. В. Архипов, С. П. Решетняк. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2017. – 175 с.

### References

1. Opredelenie ponyatiya nedropol`zovanie. Ministerstvo prirodny`x resursov i e`kologii Rossijskoj Federacii. – Rezhim dostupa: <https://www.mnr.gov.ru/theme/nedra/>.
2. Proxorov, A. M. Bol`shaya sovetskaya e`nciklopediya. 3-e izdanie. V 30 tomah: e`nciklopediya / A. M. Proxorov. – Moskva: Izd-vo Sovetskaya e`nciklopediya, 1969-1978. – 19774 s.
3. Bondarev, L. G. Istoriya prirodopol`zovaniya: uchebnoe posobie / L. G. Bondarev. – Moskva: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1999. – 96 s.
4. Otxody` proizvodstva i potrebleniya. Federal`naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki – Rezhim dostupa: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>.
5. Lipina, L. N. Nekotory`e voprosy` upravleniya otxodami gornogo proizvodstva / L. N. Lipina // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. – 2023. – №10 (136).

6. Tagaeva, T. O. Problema nakopleniya otkhodov v otraslyax doby`vayushhej promy`shlennosti RF / T. O. Tagaeva, V. M. Gil`mutdinov, L. K. Kazanceva. // E`KO. – 2022. – № 9. – S. 117-131.
7. Vukolov, A. N. Problemy` i perspektivy` ispol`zovaniya texnogennogo mineral`nogo sy`r`ya / A. N. Vukolov. // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. – 2016. – №5. – S. 130-131.
8. Domozhirov, D. V. K voprosu povы`sheniya e`ffektivnosti doby`chi i pererabotki mineral`nogo sy`r`ya za schet upravleniya parametrami burovzry`vny`x работ dlya dostizheniya trebovanij k kachestvu / D. V. Domozhirov // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta im. G. I. Nosova. – 2023. – №1. – S. 5-14.
9. Arxipov, A. V. Texnogenny`e mestorozhdeniya. Razrabotka i formirovanie: monografiya / A. V. Arxipov, S. P. Reshetnyak. – Apatity`: Izd-vo KNCz RAN, 2017. – 175 s.

© Быкова М.В., Осадчая Г.Г., Дудников В.Ю., Рекова Е.В., 2025. Московский  
экономический журнал, 2025, № 8.