

УДК 658.567:66.040

EDN [UAUATG](#)



## Промышленные отходы в горнодобывающей отрасли: современное состояние и пути решения проблем

Н.В. Джевага, Т.И. Чухланцева\*

Санкт-Петербургский горный университет, Васильевский остров, 21 линия, д. 2,  
Санкт-Петербург, 199106, Россия

\*E-mail: [tchukhlantseva.tanya@yandex.ru](mailto:tchukhlantseva.tanya@yandex.ru)

**Аннотация.** В России существует большое количество предприятий, которые занимаются добычей и переработкой полезных ископаемых. Ежегодно они оказывают негативное воздействие на окружающую среду. При этом, наращивая объемы производства и соответственно количество образуемых отходов. Такие отходы складывают в непосредственной близости к предприятиям. В данной статье приведена статистика по ежегодному образованию отходов предприятий, занимающих добычей и переработкой полезных ископаемых. Рассмотрены основные загрязняющие элементы горнодобывающих предприятий и их негативные последствия, наносимые окружающей среде. Существует большое количество методов по снижению воздействия добывающих предприятий на окружающую среду. В работе рассмотрены четыре основных способа по снижению негативного воздействия отходов добычи полезных ископаемых. Улучшения качества переработанного полезного ископаемого поможет сократить количество отходов. Разработка техногенных месторождений может стать дополнительным источником полезных ископаемых и принести прибыль для предприятия. Применение замкнутого цикла на производстве поможет минимизировать количество потребляемых ресурсов. Опасные отходы горнодобывающих предприятий необходимо обезвреживать. В работе приведена сравнительная диаграмма ежегодного образования отходов, их обезвреживания и утилизации. Данные способы возможно реализовать при модернизации технологического процесса на предприятии.

**Ключевые слова:** отходы добывающих предприятий, техногенные месторождения, утилизация и обезвреживание отходов.

## Process waste in the mining industry: current state and ways to solve problems

N.V. Dzhevaga, T.I. Chukhlantseva\*

Saint Petersburg Mining University, Vasilievsky Island 21, Line 2, building 2, St. Petersburg,  
199106, Russia

\*E-mail: [tchukhlantseva.tanya@yandex.ru](mailto:tchukhlantseva.tanya@yandex.ru)

**Abstract.** There are a large number of enterprises in Russia, which are engaged in the extraction and processing of minerals. Every year they have a negative impact on the environment. At the same time, increasing production volumes and, accordingly, the amount of waste generated. Such waste is stored in the immediate vicinity of the enterprise. This article provides statistics on the annual generation of waste from enterprises engaged in the extraction and processing of minerals. The main polluting elements of mining enterprises and their negative effects on the environment are considered. There are a large number of methods to reduce the impact of mining enterprises on the environment. The paper considers four main ways to reduce the negative impact of mining waste. Improving the quality of the processed mineral will help reduce the amount of waste. The development of man-made deposits can become an additional source of minerals and bring profit for the enterprise. The use of a closed cycle in production will help minimize the amount of resources consumed. Hazardous waste from mining enterprises must be disposed of. The paper presents a comparative diagram of the annual generation of waste and their disposal and disposal. These methods can be implemented with the modernization of the technological process at the enterprise.

**Keywords:** waste from mining enterprises, technogenic deposits, recycling and neutralization of waste.

## 1. Введение

В настоящее время в России существует 16 тыс предприятий, которые заняты добычей и переработкой полезных ископаемых. По данным Росстата за 2021 [1] год на таких предприятиях было образовано 7690,5 млн т отходов, большая часть которых приходится на добычу угля и металлических руд, 5002,7 млн т и 2398,6 млн т соответственно. Еще 5 лет назад общее количество отходов предприятий в данном промышленном секторе было на 3 млн т меньше. Предприятия оставляют после себя большое количество отходов, которые десятилетиями наносят вред окружающей среде. Например, только на хвостохранилищах Курской магнитной аномалии накоплено около 5 млрд т вскрышных пород и более 1 млрд т хвостов обогатительных фабрик, ежегодный прирост которых составляет 60 млн т. [2].

## 2. Воздействие на окружающую среду

Отходы предприятий по добыче и обогащению полезных ископаемых негативно влияют в первую очередь на почву, на которой они складываются. В окрестностях хранилищ отходов может отсутствовать вся растительность, включая травяной покров [3]. Также может исчезнуть плодородный слой почвы [4], без которого рекультивация станет практически невозможной. Выбросы от предприятий и мелкие твердые частицы под действием ветра могут выходить за границы санитарной защитной зоны. В почве может оказаться большое количество тяжелых металлов, из-за которых она станет непригодной для сельскохозяйственных нужд [5]. Помимо этого, наносится вред людям [6], которые проживают в непосредственной близости от добывающих и перерабатывающих предприятий. Пыль способна вызывать у человека заболевания органов дыхания, а содержащиеся в ней канцерогенные вещества могут сделать человека уязвимым к различным видам рака. Кроме того, водорастворимые компоненты, жидких и твердых отходов под действием атмосферных осадков могут проникать в подземные воды. Дальнейшая миграция вод может привести к загрязнению ближайших водоемов и уничтожению обитающих в них живых организмов. Воздействие на окружающую среду может превышать по площади место хранения отходов в десятки раз [7]. Экологические проблемы, связанные с добычей и обогащением полезных ископаемых ярко выражены в

регионах, где ведется активная добыча – арктические и северо-восточные регионы России.

### 3. Результаты и обсуждение

Способы снижения негативного воздействия отходов добычи полезных ископаемых:

#### 1) Улучшение качеств переработанного полезного ископаемого

При добыче и переработке полезного ископаемого извлекается менее 90% полезного компонента [8]. При улучшении технологии обработки добытого ископаемого станет повышаться концентрация извлекаемого компонента в общей массе. Это возможно при более тщательном измельчении добытой породы. Также повышение качества полезного ископаемого можно достичь способом улучшения физико-химически свойств при добавлении дополнительных химических реагентов. Чтобы добиться улучшения качеств полезного ископаемого необходимо пересмотреть или усовершенствовать технологический процесс большинства добывающих предприятий.

#### 2) Разработка техногенных месторождений

Техногенным месторождением является хранилище, содержащее промышленные отходы предприятия, которые в перспективе могут стать вторичным минеральным ресурсом [9]. В отходах добывающих и обогатительных предприятий содержатся достаточное количество ценного минерального сырья, которое можно использовать повторно. Твердые отходы добычи можно использовать для производства строительных материалов, в сельском хозяйстве и при строительстве дорог [10], так как содержание полезного компонента в них низкое. Отходы обогатительных фабрик, наоборот, могут содержать достаточную концентрацию нужного вещества и представлять ценность для повторной переработки с использованием более современного оборудования и технологий. Иногда концентрация полезного компонента на техногенных месторождениях может превышать содержание полезных элементов в добываемом ископаемом. Разработка таких техногенных месторождений может стать выгодной для предприятия. Например, капитальные вложения во вторичное использование отходов горнодобывающего производства могут окупиться всего за 1-2 года [11]. Наиболее выгодной разработка техногенных месторождений будет для предприятий, занимающихся переработкой и добычей драгоценных и редкоземельных металлов [12].

### 3) Применение замкнутого цикла производства

Замкнутый цикл на предприятии по добыче полезных ископаемых и их переработке предполагает повторное использование водных ресурсов [13]. Существует возможность создания кругового цикла водоснабжения предприятий. На предприятиях по добыче полезных ископаемых и их обогащению выпускаемые в хранилища отходы для осуществления замкнутого цикла должны быть сухими или содержать минимальное количество воды [14], тогда потребность в воде у предприятия исчезнет вообще или станет в разы меньше, а площадь, которую занимает хвостохранилище, сократится.

### 4) Утилизация и обезвреживание отходов

Предприятие, которое оставило после себя большое количество вредных и опасных отходов уже могло давно приостановить свою деятельность и перестать негативно влиять на окружающую среду, но его побочные продукты деятельности могут еще десятилетиями воздействовать на все живое вокруг [15]. Перед тем, как отправить отходы на хранение предприятиям в нужно понизить их вредность до IV-V класса опасности для наименьшего влияния на окружающую среду. С каждым годом количество отходов предприятий, занимающихся добычей и переработкой полезных ископаемых, увеличивается [11]. Нарастивание объемов утилизации и обезвреживания не равны общему количеству образовавшихся отходов, они составляют только около половины от общего объема. Ниже представлена сравнительная диаграмма на базе данных Росстата по образованию отходов, утилизации и обезвреживанию промышленных отходов производств предприятий, занимающихся добычей полезных ископаемых и их переработкой.



Рисунок 1. Сравнительная диаграмма отходов производства.

#### 4. Заключение

Проблема отходов, образующихся при добыче и обогащении полезных ископаемых может решиться только сокращением количества отходов самих предприятий, что минимизирует негативные последствия их воздействия на окружающую среду. Для осуществления данного процесса предприятиям нужно модернизировать процесс добычи и обогащения полезных ископаемых.

#### Список литературы

1. Отходы производства и потребления / [Электронный ресурс] // Росстат. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 29.10.2022).
2. Усков, Е.А. Влияние техногенных отходов горнорудных предприятий курской магнитной аномалии на экологическую обстановку в регионе / Е.А. Усков, Л.А. Куцев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 8. – С. 315-319.
3. Чебан, А.Ю. Перспективы развития дальневосточного региона и экологические аспекты ведения горных работ / А.Ю. Чебан, Г.В. Секисов, Н.П. Хрунина, А.А. Соболев, С.М. Угай // Системы. Методы. Технологии. – 2015. – №3 (27). – С. 156-161.

4. Пашкевич, М.А. Исследование миграции загрязняющих веществ с территорий техногенных массивов Кольского полуострова / М.А. Пашкевич, В.А. Матвеева, А.С. Данилов // Горный журнал. – 2019. – №1. – С. 17-21.
5. Петров, И.В. Вторичные ресурсы, образующиеся в горнодобывающей промышленности / И.В. Петров / Энциклопедия технологий. Эволюция и сравнительный анализ ресурсной эффективности промышленных технологий / [гл. ред. Д.О. Скобелев]; ФГАУ «НИИ «ЦЭПП». – М.; СПб.: «Реноме», 2019. – 824 с.
6. Баркан, М.Ш. Современные технологии управления отходами производства и потребления при функционировании горнопромышленных агломераций / М.Ш. Баркан, А.Б. Маховиков, Е.И. Кабанов // Записки Горного института. – 2014. – № 207. – С. 164-167.
7. Понурова, И. К. Оценка техногенного воздействия хвостохранилища Михайловского ГОКа на прилегающие агроландшафты / И.К. Понурова // Записки Горного института. – 2006. – №167. – С. 97.
8. Дмитрак, Ю.В. Перспективы безотходной утилизации хвостов обогащения руд / Ю.В. Дмитрак, О.З. Габараев, Ю.И. Разоренов, Н.М. Качурин // Вектор ГеоНаук. – 2019. – № 2. – С. 19-24.
9. Архипов, А.В. Техногенные месторождения. Разработка и формирование: монография / А.В. Архипов, С.П. Решетняк; под науч. ред. акад. Н. Н. Мельникова. – Апатиты: КНЦ РАН, 2017. – 175 с
10. Пронин, Э.М. Оценка эффективности использования отходов производства, выделенных в результате проведения мероприятий по защите окружающей среды / Э.М. Пронин // Записки Горного института. – 2009. – №184. – С. 257.
11. Валиев, В.Н. Оценка эколого-экономической эффективности использования отходов горных предприятий / В.Н. Валиев, О.В. Косолапов // Горный журнал. – 2013. – №8. – С. 42-43.
12. Умнов, В.А. Управление отходами в горной промышленности / В.А. Умнов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1995. – № 5. – С. 99-106.
13. Фомин, С.И. Способы снижения экологической нагрузки на горнодобывающие регионы / С.И. Фомин, А.А. Фауль // Записки Горного института. – 2013. – № 203. – С. 215.

14. дель Ольмо, А.Г. Перспективы экономики замкнутого цикла в применении к хвостам горнодобывающих предприятий. Изменение подхода / А.Г. дель Ольмо // Гидротехника. – 2021. – № 1(62). – С. 60-63.
15. Шумилова, Л.В. Техногенные месторождения как объекты повышенного негативного воздействия на окружающую среду / Л.В. Шумилова // Science Time. – 2014. – № 8. – С. 325-356.