

Методы обращения с отходами на предприятии: внедрение системы управления по обращению отходами

Т.С. Сахапова✉, К.О. Баранова, М.И. Хуснутдинов, В.А. Тихонов
ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация
✉ t.morozova@azotech.ru

Резюме: Защита окружающей среды на производстве является приоритетной задачей при выпуске любой продукции и предоставлении разного вида услуг. В горной промышленности экологическая составляющая имеет важное значение, так как увеличение добычи полезных ископаемых предполагает увеличение количества отходов и загрязнение окружающей среды. Только за 2019 г. в Российской Федерации получен максимальный показатель по образованию промышленных отходов – 7,75 млрд т. ООО «АЗОТТЕХ» на сегодняшний день имеет в обращении промышленные отходы, связанные с изготовлением и применением химических веществ для буровзрывных работ, с остатками машиностроительного производства и др. В статье представлен отчет по объемам промышленных отходов каждого класса опасности за 2019–2020 гг., а также сформирован прогноз на 2021 г. Снижение объемов достигнуто за счет внедрения системы управления по обращению с отходами. Кроме того, в статье представлена статистика снижения стоимости утилизации, рассчитанной по тарифам региона, в котором находится структурное подразделение предприятия. Проведен анализ факторов снижения объемов и затрат на обращение с отходами. Объем затрат при внедрении структуры управления по обращению с отходами снизился в 2,5 раза, количество самих отходов уменьшилось в 2 раза.

Ключевые слова: отходы производства, отходы потребления, класс опасности, переработка, утилизация, обращение с отходами, окружающая среда, охрана окружающей среды, экология, вторичное сырье

Для цитирования: Сахапова Т.С., Баранова К.О., Хуснутдинов М.И., Тихонов В.А. Методы обращения с отходами на предприятии: внедрение системы управления по обращению отходами. *Горная промышленность*. 2021;(5):94–98. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-5-94-98.

Enterprise waste management practices: implementing a waste management system

T.S. Sakhapova ✉, K.O. Baranova, M.I. Khusnutdinov, V.A. Tikhonov
AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation
✉ t.morozova@azotech.ru

Abstract: Protecting the occupational environment is a top priority in manufacturing of any kind of products and provision of various types of services. Environmental protection plays a significant role in the mining industry, as increasing extraction of minerals involves growing amounts of waste and environmental pollution. In 2019 alone, industrial waste generation in the Russian Federation peaked at 7.75 billion tonnes. AZOTTECH LLC is currently handling industrial waste associated with the production and use of chemicals for drilling and blasting operations, scrap from machine-building plants, etc. The article reports on the volumes of industrial waste of each hazard class for 2019–2020 and provides a forecast of the volumes for 2021. The reduction in volumes has been achieved through the implementation of a waste management system. In addition, the paper presents statistics on the reduction in the disposal costs, calculated according to the tariffs of each region where the company's subsidiaries are located. An analysis of the factors reducing the volume and cost of waste management has been performed. Upon implementation of the waste management structure, the costs decreased by 2.5 times, and the amount of waste was reduced by two times.

Keywords: production waste, consumer waste, hazard class, recycling, disposal, waste management, environment, environmental protection, ecology, secondary raw materials

For citation: Sakhapova T.S., Baranova K.O., Khusnutdinov M.I., Tikhonov V.A. Enterprise waste management practices: implementing a waste management system. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2021;(5):94–98. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2021-5-94-98.

Введение

Для охраны окружающей среды и ресурсосберегающей деятельности предложено большое количество способов утилизации и переработки отходов [1–5]. Методы направлены на снижение загрязнений в атмосфере, сбережение топливно-энергетических ресурсов и повышение полноты их использования, освобождение значительных площадей от отвалов горных пород, а также на стимулирование эко-

номического роста через создание высокотехнологичного производства. Тенденция защиты экологии на сегодняшний день является приоритетной для создания успешного бизнеса, особенно в горной промышленности.

2017 год был назван «Годом экологии», что послужило активному мониторингу всех выбросов в окружающую среду и загрязнений, а также внесению изменений в законодательство с целью стимулирования деятельности по

переработке отходов и их утилизации. В Указе Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 г. особое внимание уделяется эффективному обращению с отходами производства и потребления. Перед предприятиями была поставлена задача создания условий утилизации и вторичной переработки всех запрещенных к захоронению отходов. Кроме того, к 2030 г. в рамках национальной цели «Комфортная и безопасная среда для жизни» планируется создание устойчивой системы обращения с отходами, обеспечивающей 100%-ную сортировку и уменьшение объемов полигонов хранения¹.

По данным государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году», был зафиксирован рекорд по образованию производственных отходов в 7,75 млрд т, что составляет увеличение объемов в два раза по сравнению с 2010 г. За этот период добывающая промышленность увеличила объем отходов с 3 334,6 до 7 257 млн т (рис. 1), а обрабатывающая – с 280,1 до 296,44 млн т. В табл. 1 представлено сравнение показателей обращения с отходами по видам экономической деятельности в 2017 и 2019 гг.

Образование отходов производства и потребления при добыче полезных ископаемых, 2010-2019 гг. млн.т

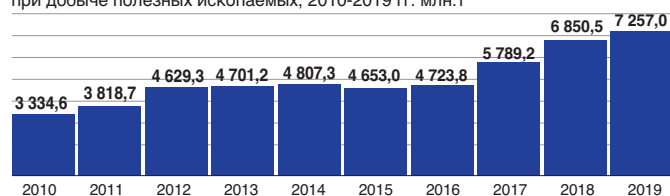


Рис. 1
Статистические показатели объемов отходов производства и потребления при добыче полезных ископаемых по данным Росприроднадзора

Fig. 1
Statistical indicators of production and consumer waste volumes in mining according to Federal Service for Supervision of the Use of Natural Resources

Таблица 1
Обращение с отходами производства и потребления по видам экономической деятельности в 2017 и 2019 гг.

Table 1
Production and consumer waste management by economic activity in 2017 and 2019

Показатель	Год	
	2017	2019
Добыча полезных ископаемых		
Общее количество отходов, млн т	5 786,2	7 257,0
Кол-во утилизированных отходов, млн т	3 017,676	3 557,24
Кол-во обезвреженных отходов, млн т	4,115	4,36
Кол-во отходов, находящихся на хранении, млн т	2 254,003	2 481,2
Кол-во захороненных отходов, млн т	773,42	1 149,43
Обрабатывающие производства		
Общее количество отходов, млн т	274,82	296,44
Кол-во утилизированных отходов, млн т	134,362	172,4
Кол-во обезвреженных отходов, млн т	1,54	3,64
Кол-во отходов, находящихся на хранении, млн т	72,8	96,8
Кол-во захороненных отходов, млн т	3,049	5,25
Трансграничное перемещение отходов		
Импорт отходов, тыс. т	11,0	7,8
Экспорт отходов, тыс. т	112,1	57,4

Составлено по данным Росприроднадзора

Можно сделать вывод, что с учетом увеличения объема отходов показатели по утилизации, обезвреживанию, хранению и захоронению практически не изменились, при этом трансграничное перемещение опасных отходов значительно снизилось. Говорит ли это о том, что предприятия горной промышленности взялись за вторичную переработку? Сложно сказать, так как подробной статистики и методики оценки на сегодняшний день нет, поэтому в данной статье компания ООО «АЗОТТЕХ» (далее – АЗОТТЕХ) представит свои показатели объемов отходов и расскажет, каким образом удается решать задачи, поставленные государством.

Компания АЗОТТЕХ создана в 2008 г. и на протяжении 13 лет занимается буровзрывными работами (БВР), производством специального оборудования (эмульсионные заводы, смесительно-зарядные машины и прочее), поставками промышленных взрывчатых веществ и химии для БВР, электронных систем инициирования, маркшейдерией и геодезией с применением БПЛА, а также промышленным консалтингом от экспертов в БВР, технике и технологиях, кроме того, проводит сервисное обслуживание и ремонт любого оборудования горной промышленности.

Типы отходов

При определении типа отходов выделяют несколько признаков для классификации: отрасль промышленности, вид сырья, производственный цикл, степень ущерба здоровью человека и окружающей среде, класс опасности и т.д. Отходы горнодобывающей промышленности относятся к отрасли добычи полезных ископаемых. Отходы производственных участков, на которых изготавливаются компоненты взрывчатых веществ и сама взрывчатка, а также специальное оборудование для изготовления химии относятся к отрасли обрабатывающего производства и в целом классифицируются как промышленные отходы [6].

Промышленные отходы в зависимости от степени влияния на окружающую среду разделяются на пять классов опасности²:

I класс – чрезвычайно опасные отходы (ракетное топливо, синтетические масла, градусники и другие предметы, содержащие вещества, которые наносят непоправимый вред здоровью людей и приводят к разрушению экосистемы);

II класс – высокоопасные отходы (блоки питания, растворы щелочей и кислот, органические растворители и отходы, представляющую серьезную угрозу для экосистемы, с восстановлением урона за 30 лет и более);

III класс – умеренно опасные отходы (дизельное топливо, медные провода, строительный мусор и другой мусор, который в природе перерабатывается за 10 лет);

IV класс – малоопасные отходы (технические ткани, полиэтиленовая упаковка, пластмасса, фильтровальные ткани и масла, битумные смеси, автомобильные покрышки, металлический лом и прочее, срок разложения которого не превышает 3 лет);

V класс – практически неопасные отходы (бумага, зола, пищевые остатки, текстиль из натурального волокна и прочие продукты, которые не требуют специальных условий обращения и при нахождении в открытой среде не представляют угрозы для природы и человека, быстро разлагаются естественным путем).

В отличие от больших обогащительных комбинатов и горно-металлургических заводов АЗОТТЕХ имеет в обра-

¹ Указ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21 июля 2020 года.

² Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления»

щении промышленные отходы, связанные с изготовлением и применением химических веществ для БВР, а также с остатками машиностроительного производства и др. К примеру, такие отходы, как рыхлая и скальная вскрыши, хвосты обогащения, остатки горных пород, относятся к отходам предприятий, на которых добывают и перерабатывают полезные ископаемые. АЗОТТЕХ же оказывает комплексные сервисные услуги по добыче полезных ископаемых, включающие предоставление буровых станков и смесительно-зарядной техники, производство ВВ вблизи мест освоения, а также оборудования объектов по производству компонентов ВВ. Кроме того, компания имеет базу машиностроительного производства. В АЗОТТЕХ входят 4 структурных подразделения III и IV классов опасности, контролируемые региональными и федеральными службами по надзору в сфере природопользования. На всех объектах ведется учет образовавшихся отходов, их обращения с предоставлением отчетов в специализированные органы.

Отходы с данных структурных подразделений распределяются по нескольким типам, имеющим определенный класс опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду (рис. 2). Объемы отходов каждого класса, образованные в структурных подразделениях нашей компании, представлены в табл. 2. На рис. 3 изображена сравнительная характеристика по отходам каждого класса за отчетный период с прогнозом на будущее.

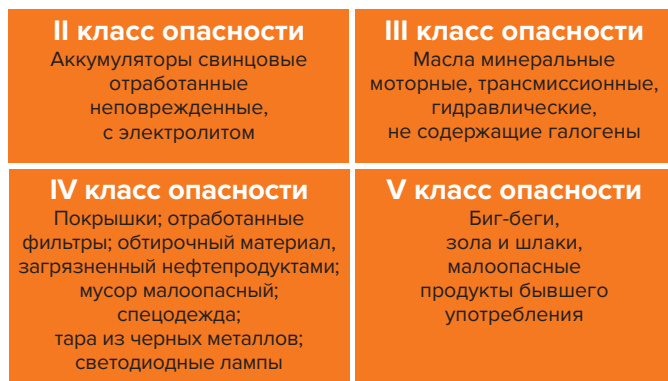


Рис. 2
Типы отходов структурных подразделений ООО «АЗОТТЕХ»

Fig. 2
Types of waste generated by subsidiaries of AZOTTECH LLC

Таблица 2
Объемы отходов за 2019–2020 гг.

Table 2
Waste volumes in 2019-2020

Класс отходов	Объем, т		Прогноз 2021
	2019	2020	
II класс опасности	0,71	0,258	0,555
III класс опасности	1,326	0	0,750
IV класс опасности	14,697	4,486	1,07
V класс опасности	49,799	24,684	24,750
Итого	66,532	29,428	27,125

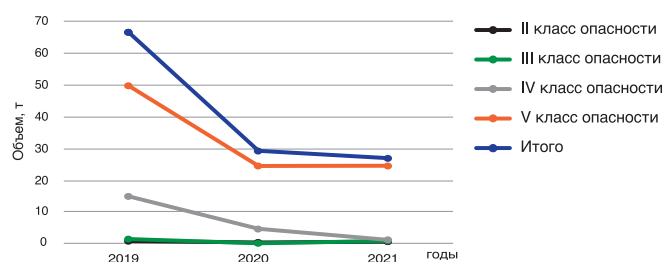


Рис. 3
Статистика объемов отходов

Fig. 3
Statistics on waste volumes

Уменьшение показателей в 2020 г. связано в первую очередь с сортировкой и инвентаризацией образовавшихся отходов. Налаженная система обращения с отходами позволила сократить не только их количество, но и стоимость утилизации. Во-вторых, прошлый год оказался пандемийным, что напрямую повлияло на производственные мощности, в том числе на отходы производства. И, в-третьих, возможность вторичного использования в технологическом процессе отходов V класса существенно снизила их образование и накопление. Тенденция сортировки и вторичной переработки позволяет прогнозировать объемы на следующий год и планировать ресурсы для будущего обращения.

Методы обращения с отходами

Необходимость исполнения требований законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды и сокращения издержек стимулирует предприятия организовывать систему экологически безопасного обращения с отходами. Компании не ограничиваются исполнением экологических требований и все чаще создают системы управления, позволяющие оптимизировать потоки обращения с отходами. Это может быть как привлечение сторонних организаций, лицензированных в данной области, так и создание новых малоотходных технологий или направлений для вторичной переработки, которые со временем дают экономический эффект, покрывающий расходы на внедрение этих технологий.

Разделим общие цели обращения с отходами³ предприятий, ориентированных на поддержание безопасной экологической среды в мире:

- сортировка отходов с целью повторного применения их в качестве сырья или вспомогательных ресурсов использования, или утилизации/переработки;
- снижение затрат на отходы, передаваемые на обезвреживание, за счет снижения класса опасности, а также объема отходов при их сортировке;
- снижение объема отходов, передаваемых на захоронение, за счет полезного применения в качестве вторсырья.

Согласно ГОСТ Р 56828.22–2017 существуют целевые стратегии деятельности, которые регламентируют способы безопасного обращения с отходами, включающие в себя: идентификацию и документирование свойств отходов, подготовку мероприятий и лиц на право обращения с отходами, выбор наилучших доступных технологий и способов ликвидации отходов, а также контроль и мониторинг составляющих технологических процессов, влияющих на окружающую среду.

В АЗОТТЕХ была разработана внутренняя система управления (рис. 4), которая соответствует требованиям законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами. Система управления разделяет весь процесс на несколько этапов. Первым этапом являются организация и ведение первичного учета отходов на предприятии, установление свойств отходов и их классов опасности для окружающей природной среды. Второй этап – паспортизация опасных отходов. Далее происходит согласование со специализированными организациями, которые утилизируют, перерабатывают, хранят или обезвреживают отходы, полученные из структурных подразделений. После чего составляются ежегодные отчеты об управлении отходами, которые направляются в контролирующие органы по надзору в сфере природопользования.

³ Справочник наилучших доступных технологий по обращению с отходами. 2011. Режим доступа: <http://www.ecoindustry.ru/catalog2.html>



Рис. 4
Схема обращения с отходами

Fig. 4
Waste management cycle

На практике мы используем логический подход при принятии решений о вариантах работы, который включает в себя ряд вопросов и алгоритмов.

Первый этап подразумевает инвентаризацию и составление реестра отходов, образующихся в структурных подразделениях организации. После чего происходит выбор способа сортировки и раздельного накопления. Для этого применяются алгоритмы и методики распределения: можно ли считать отходы смешанными и как обеспечить предварительное разделение отходов? После получения ответа на вопросы и создания учетной базы мы переходим к этапу идентификации и паспортизации отходов (какие материалы они содержат, какова опасность, какой тип). Принятие решения о варианте обращения с отходами зависит от того, насколько правильно были классифицированы полученные отходы.

Разделение на классы позволяет в установленном порядке подготовить площадку накопления отходов в структурных подразделениях. Затем происходит процесс раздельного накопления в подготовленных местах на объектах производства сроком не более 11 месяцев. Утилизацией накопленных отходов занимается специализированная компания, которая имеет лицензию на обращение с определенным видом отходов. Таким образом, упаковку, маркировку, транспортирование, складирование, хранение и утилизацию АЗОТТЕХ передает третьим лицам во избежание штрафных санкций за незаконный оборот опасных отходов. Для повторного использования отходов компанией допускается только V класс опасности, который не требует специальных регламентирующих документов для переработки. В основном для повторной переработки используются биг-беги, зола, резинометаллические изделия, так как они не содержат материалов, требующих специальной утилизации. Последним этапом системы являются аналитика, отчетность и проведение мероприятий по снижению или предотвращению образования отходов, например, изменение технологического и производственного процесса, замена сырьевого материала или снижение класса опасности образующихся отходов. Применение такой структуры управления (рис. 4) значительно снизило количество отходов (см. рис. 2) и стоимость утилизации (см. рис. 3).

Аналитика

Снижение затрат на обращение с отходами является ключевой позицией при применении мер по снижению и предотвращению с отходами. При аналитике и прогнозировании стоимости в учет берутся прошлый опыт компании, а также регламенты и тарификация, установленные в

регионах расположения структурных производственных подразделений.

В Российской Федерации существуют механизмы, стимулирующие компании заниматься природоохранной деятельностью, одними из которых являются плата за негативное воздействие на окружающую среду (НВСО), экологические и утилизационные сборы. Все это входит в расчет стоимости при обращении с отходами и составлении годовой отчетности для соответствующих регламентирующих органов.

Формирование цен тарификации и других дополнительных взносов зависит от нескольких факторов [7]:

1. регламентированных схем обращения с отходами в каждом регионе страны;
2. определенной инфраструктуры, включающей выбор региональных операторов, которые будут отвечать за весь цикл обращения с отходами;
3. региональной тарификации и предоставления услуг по обращению с отходами;
4. технопарков по утилизации отходов.

Как было сказано выше, в АЗОТТЕХ существует структура, которая регламентирует, на каком этапе и как происходит утилизация отходов. В табл. 2 представлена статистика стоимости утилизации отходов за 2019 и 2020 гг. по тарифам за каждый класс опасности при работе с одной утилизирующей компанией.

Величина годовых затрат организации в 2019–2020 гг., направленная на деятельность, связанную с обращением с отходами, а также прогнозируемые затраты на 2021 г. представлены в табл. 3.

Сравнительная характеристика затрат организации, связанных с деятельностью по обращению с отходами в зависимости от класса опасности отхода, представлена на рис. 5. В 2020 г. затрат на обращение с отходами V класса опасности не было, так как удалось организовать применение данных отходов в качестве вторсырья, а также реализацию отходов в качестве товарно-материальных ценностей.

Кроме общей тарификации, плата за НВОС в 2019 г. составляла 18 452,09 руб., а в 2020 г. плата за НВОС снизилась

Таблица 3
Объемы отходов за 2019–2020 гг.

Table 3
Waste volumes in 2019-2020

Класс отходов	Год		
	2019	2020	2021 (прогноз)
II класс опасности	5680	2064	4440
III класс опасности	23868	0	13500
IV класс опасности	132273	70374	45630
V класс опасности	8655	–	–
Итого	170476	72438	63570

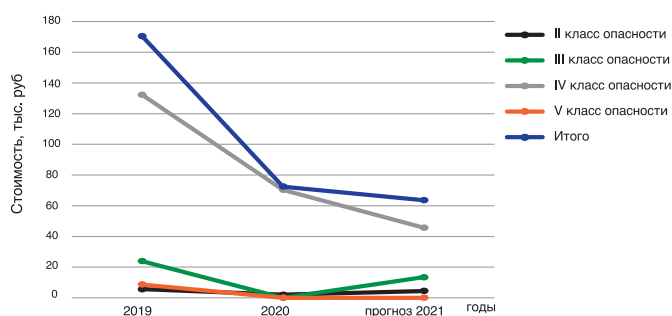


Рис. 5
Статистические показатели величины затрат на обращение с отходами

Fig. 5
Statistical indicators of waste management costs

и составила 2 446,81 руб. по всем структурным подразделениям. Снижение суммы произошло за счет уменьшения объемов отходов, передаваемых на захоронение, которые, в свою очередь, нашли применение в качестве вторсырья. Получается, что общая стоимость обращения с отходами за 2019 г. составила около 190 тыс. руб., а в 2020 г. – 75 тыс. руб. Снижение затрат в 2,5 раза является отличным показателем при внедрении структуры управления по обращению отходами, а уменьшение самих отходов в 2 раза – результат методичного подхода к реализации задач.

Заключение

Сегодня в компании АЗОТТЕХ все технологии отвечают корпоративной политике экологической ответственности. В своей основной деятельности мы добиваемся необходимого уровня промышленной и экологической безопасности, соблюдая требования федеральных законов и стандартов в

области охраны окружающей среды. В ближайших планах компании – разработка альтернативной рецептуры ЭВВ с использованием ресурсосберегающих технологий, направленных на снижение количества отходов или уменьшение класса опасности. Это соответствует одному из этапов системы управления в обращении с отходами и является основной стратегией данного направления.

Внедренная система управления по обращению с отходами показывает положительную аналитику как по снижению объемов полученных отходов на производстве, так и по уменьшению затрат. Каждый отчетный период компания предоставляет статистические документы в органы по надзору в сфере природопользования, ведет постоянный учет, регистрацию отходов и выполняет все требования государственного законодательства для достижения максимального результата в своей деятельности и с пониманием долгосрочных перспектив в области горной промышленности.

Список литературы

1. Шувалов Ю.В., Никулин А.Н. Переработка и утилизация отходов горного производства. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007;(2):221–224.
2. Худякова Л.И. Использование отходов горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов. XXI век. Техносферная безопасность. 2017;2(2):45–56. Режим доступа: http://journals.istu.edu/technosfernaya_bezopastnost/journals/2017/02/articles/05
3. Аргимбаев К.Р. Промышленные отходы горного производства и их использование на примере Лебединского ГОКа. Молодой ученый. 2011;1(6):12–15. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/29/3312/>
4. Жариков С.Н. О вовлечении отвалов горной массы в хозяйственный оборот и месте в этом процессе буровзрывных работ. Горная промышленность. 2021;(1):110–113. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2021-1-110-113>
5. Комплекс пастового сгущения хвостов OUTOTEC® на Учалинском ГОКе снизил техногенную нагрузку на окружающую среду. Горная промышленность. 2020;(1):75. Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/obogach/15609-kompleks-pastovogo-sgushcheniya-khvorostov-outotec-na-uchalinskom-goke-snizil-tekhnogennuyu-nagruzku-na-okruzhayushchuyu-sredu>
6. Милотин А.Г., Порцевский А.К., Калинин И.С. Охрана недр и рациональное недропользование при горных, горноразведочных и буровых работах. М.: МГОУ; 2005. 150 с.
7. Волкова А.В. Рынок утилизации отходов. Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/07/11/1151608260/202018.pdf>

References

1. Shuvalov Yu.V., Nikulin A.N. Recycling and disposal of mining waste. Mining Informational and Analytical Bulletin. 2007;(2):221–224. (In Russ.)
2. Khudyakova L.I. Use of mining waste in production of building materials. XXI Century. Technosphere Safety. 2017;2(2):45–56. (In Russ.) Available at: http://journals.istu.edu/technosfernaya_bezopastnost/journals/2017/02/articles/05
3. Argimbayev K.R. Industrial mining waste and its utilisation at the Lebedinsky mining and processing plant. Molodoi uchenyi. 2011;1(6):12–15. (In Russ.) Available at: <https://moluch.ru/archive/29/3312/>
4. Zharikov S.N. On commercialization of waste rock dumps and the role of drilling and blasting operations in this process. Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry. 2021;(1):110–113. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2021-1-110-113>
5. OUTOTEC® paste thickening plant at the Uchaly mining and processing plant has reduced its environmental footprint. Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry. 2020;(1):75. (In Russ.) Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/obogach/15609-kompleks-pastovogo-sgushcheniya-khvorostov-outotec-na-uchalinskom-goke-snizil-tekhnogennuyu-nagruzku-na-okruzhayushchuyu-sredu>
6. Milyutin A.G., Portsevskii A.K., Kalinin I.S. Subsoil protection and efficient use of mineral resources in mining, exploration and drilling operations. Moscow: Moscow Region State University; 2005. 150 p. (In Russ.)
7. Volkova A.V. Waste management market. (In Russ.) Available at: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/07/11/1151608260/202018.pdf>

Информация об авторах

Сахапова Татьяна Сергеевна – технический писатель, ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация
Баранова Ксения Олеговна – специалист по охране труда и электробезопасности, ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация
Хуснутдинов Марат Исхандарович – руководитель отдела охраны труда, промышленной и пожарной безопасности и охраны окружающей среды, ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация
Тихонов Виталий Александрович – генеральный директор, ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация

Информация о статье

Поступила в редакцию: 14.09.2021
 Поступила после рецензирования: 30.09.2021
 Принята к публикации: 05.10.2021

Information about the authors

Tatiana S. Sakhapova – Technical Writer, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation
Ksenia O. Baranova – Specialist in occupational and electrical safety, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation
Marat I. Khusnutdinov – Head of the Occupational Health, Industrial and Fire Safety and Environmental Protection Department, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation
Vitaly A. Tikhonov – Director General, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation

Article info

Received: 14.09.2021
 Revised: 30.09.2021
 Accepted: 05.10.2021