

Статья продолжает серию статей (Горная промышленность, №5 и №6, 2020)
«Ускоренного освоения Северных и Арктических территорий, а также Дальнего Востока РФ
за счет строительства транспортных коридоров».

О вовлечении отвалов горной массы в хозяйственный оборот и месте в этом процессе буровзрывных работ

С.Н. Жариков

Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация
✉ 333vista@mail.ru

Резюме: На территории Российской Федерации, равно как и в остальном мире, накоплены колоссальные объемы отходов горного производства. Большая их часть при открытой добыче полезных ископаемых – это отвалы горной массы, занимающие огромные территории и оказывающие значительное негативное воздействие на экологию Земли. Большая часть отвалов являются нетоксичными и вполне могут быть использованы в хозяйственных целях там, где нужен песок и камень – в строительстве. Однако объёмы слишком большие и для производства стройматериалов использовать можно лишь малозначительную часть. Другое дело, если нужен скальный грунт в большом объёме для строительства дорожного полотна большой протяжённости. Тут и требования другие к сырью, и возможности освобождения больших площадей, занимаемых отвалами. Данное направление обладает значительным потенциалом, потому что, с одной стороны, дешёвое строительное сырьё, а с другой – сокращение платы за использование земли (особо актуально для крупных горно-обогатительных комбинатов). Разработка отвалов как техногенных месторождений имеет свои риски и сопутствующие проблемы. Однако ведёт к разработке новых технологических решений, что в свою очередь открывает определённые перспективы перед недропользователями. В настоящее время указанное направление находится в зачаточном состоянии, но масштаб проблемы складирования отвалов уже очевиден. Поэтому, несмотря на сомнения, переработка отвалов неизбежна. Ясно также, что эта переработка должна быть в огромных объёмах. А таких объёмов использования в Российской Федерации можно добиться лишь при строительстве дорог.

Ключевые слова: отвалы горной массы, буровзрывные работы, техногенные месторождения, отходы горного производства, разработка отвалов, способы переработки отходов, строительство дорог

Для цитирования: Жариков С.Н. О вовлечении отвалов горной массы в хозяйственный оборот и месте в этом процессе буровзрывных работ. *Горная промышленность*. 2021;(1):110–113. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-1-110-113.

This article continues the series of articles (Russian Mining Industry, No. 5 and No. 6, 2020)
entitled "Accelerated Development of the Northern and Arctic Territories,
as well as the Russian Far East through Construction of Transport Corridors".

On commercialization of waste rock dumps and the role of drilling and blasting operations in this process

S.N. Zharikov

Institute of mining of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation
✉ 333vista@mail.ru

Abstract: On the territory of the Russian Federation, exactly as in the rest of the world, huge amounts of mining waste have been accumulated. Most of them in open-pit mining are dumps of rock mass that occupy huge territories and have a significant negative impact on the earth's ecology. Most of the dumps are non-toxic and can be used for economic purposes where sand and stone are needed in construction. However, the volumes are too large and only a small part can be used for the production of building materials. Another thing is if you need a large amount of rock for the construction of a long roadbed. There are other requirements for raw materials and the possibility of releasing large areas occupied by dumps. This direction has significant potential, because on the one hand, cheap construction raw materials, and on the other – a reduction in fees for the use of land (especially relevant for large mining and processing plants). The development of dumps as man-made deposits has its own risks and associated problems. However, it leads to the development of new technological solutions, which in turn opens up certain prospects for subsoil users. Currently, this direction is in its infancy, but the scale of the problem of storing dumps is already obvious. Therefore, despite the doubts, recycling of dumps is inevitable. It is also clear that this processing should be in huge volumes. And such volumes of use in the Russian Federation can only be achieved when building roads.

Keywords: rock dumps, drilling and blasting operations, man-made deposits, mining waste, development of dumps, methods of waste processing, road construction

For citation: 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.) DOI: 10.30686/1609-9192-2021-1-110-113.

Введение

В настоящее время практически все горные предприятия занимают огромные земельные площади под складирование отходов своего производства. Это хвосты обогащения и отвалы. Что касается отвалов, то они представляют собой техногенные месторождения, переработка которых пока экономически нецелесообразна. Следует отметить, что большинство отвалов создано 30–50 лет назад. Трудно поверить в то, что за такое длительное время нельзя было найти решения по переработке этих техногенных образований. Данный вопрос просто не привлекал должного внимания, пока экологическая обстановка на близлежащих к отходам территориях не начала стремительно ухудшаться. В настоящее время начинают действовать экономические инструменты защиты окружающей среды. Поэтому так или иначе внимание к вопросам использования горной массы в отвалах со стороны недропользователей растёт. Однако существенных предложений по переработке отходов горной добычи на этом рынке пока нет, да и рынок такой еще не сформирован. Хотя определённые предпосылки к его возникновению создает окружающая действительность.

Переработка техногенных месторождений

По состоянию на 2000 г. согласно [1] накопленных отходов в Свердловской области по всем отраслям промышленности было более 8 млрд т, около 87% из которых – это горнопромышленные отходы (отвалы и отходы обогащения). Если учесть масштабы страны и динамику роста горного производства в первых двух десятилетиях XXI в., то можно прийти к выводу, что проблемы складирования объёмов горной массы – колоссальны, равно как и возможности по вовлечению этого сырья в хозяйственный оборот. При этом следует отметить, что основная масса отвалов нетоксичная, и этот факт упрощает их перемещение в случае переработки. Сама переработка техногенных месторождений – безусловно рискованное предприятие, особенно если учесть, что дополнительное извлечение полезного компонента из отвала при существующих технологиях обогащения может привести к образованию отходов с повышенным классом токсичности и к негативным последствиям. Однако если взглянуть на размеры потребления цивилизацией ресурсов, вынутых из недр за последние сто лет, то становятся очевидными не только энергетические проблемы, которые могут возникнуть в будущем, но и экологические, и вслед за ними – биологические. Вопрос с отходами – это вопрос сохранения той действительности, в которой жить

комфортно и к которой люди так сильно привыкли. Необходима соответствующая система в первую очередь учёта, а затем сегрегации и дальнейшего использования в хозяйственном обороте. На проблему отсутствия системности и комплексности при добыче металлов было обращено внимание еще в работе [2]. Там же обозначена проблема, что в отвалах остается много металла, который при правильном подходе вполне мог бы быть извлечён, а технология добычи могла бы иметь более совершенное развитие в направлении селективности, что отражено также в [3].

В целом проблема отсутствия системности и комплексности при добыче металлов выражается в существенном экологическом ущербе и снижении конкурентоспособности как отдельных горнодобывающих предприятий, так и промышленности в целом. Понижение конкурентоспособности выражается в том, что предприятия вынуждены использовать импортные технологии и технику при организации добычи и переработки минерального сырья. В результате горнодобывающие компании продают металл на экспорт, а из-за границы получают сложные и дорогие машины для осуществления своей деятельности. Данный подход не способствует развитию собственного машиностроения и промышленного производства. Повышение конкурентоспособности горных предприятий за счёт комплексного извлечения металлов из руд позволит развивать специальные технологии и технику, что в перспективе позволит обеспечить рост промышленного производства. В некоторых случаях можно даже возобновить эффективную работу законсервированных объектов [4], что безусловно положительно повлияет на социально-экономическую обстановку в районе недропользования. В этой связи научные исследования по созданию технологий раздельной выемки и переработки руды с одного месторождения для увеличения количества извлекаемых металлов являются весьма актуальными и имеют большую как научную значимость, так и перспективу промышленного внедрения [5–7]. При этом отработать методы извлечения можно на сырье, уже размещённом в отвалах [5], и этого сырья миллиарды тонн.

В настоящее время несмотря на положительный посыл при обсуждениях этого вопроса, ситуация в масштабах страны с отвалами только усугубляется, добыча полезных ископаемых уходит глубоко вглубь недр. Карьеры приближаются к 800–1000 м, шахты и рудники к 2000 м при всех негативных последствиях. Тут уже и технология постепенно меняется, внедряются инновации, но отвалы есть, и с ними надо что-то делать. И делать быстро.



Среди публикаций на тему масштабного использования отвалов следует отметить работы [8–10]. Высказанное в этих публикациях предложение использовать породу из отвалов для строительства транспортных коммуникаций наполнено здравым смыслом и безусловно заслуживает общественного интереса. В то же время технические решения по вовлечению отвалов в хозяйственный оборот являются достаточно сложными задачами, требующими сосредоточения усилий многих организаций. Безусловно, дело это не простое, как и всё новое, но там, где есть выгода – действие обязательно начнётся.

В настоящий момент для строителя выгода представляется в дешёвом сырье под строительство дорог. Для горного предприятия выгода – в избавлении от отвалов и уменьшении платы за складирование отходов. Для транспортной компании выгода взять с заказчика подороже, решить вопросы с выемкой-погрузкой, при этом свои издержки сделать как можно меньше. Именно в этой части решаются вопросы эффективности и безопасности технологических решений, что несёт выгоду научным, проектным и экспертным организациям. Буровзрывные работы в этом направлении занимают особое место. Массив отвала, который за 20–30 лет успел достаточно слежаться, для последующей погрузки, скорее всего, потребуются взрывать. И не только как на рыхление. Среди связанных вопросов можно выделить в качестве основных – следующие:

– **эффективность использования бурового оборудования.** Карьерный тяжелый буровой станок, да ещё электрический, скорее всего, использовать неэффективно, нужен подбор оборудования под рациональный выход горной массы. Необходимо решение вопросов соответствия оборудования в схеме механизации;

– **технологические параметры отбойки.** Должны быть согласованы со скоростью продвижения забоя при отгрузке, которая определяется в соответствии с необходимой динамикой выемки. Также для сокращения издержек может быть применен горизонтальный вруб [11];

– **используемые взрывчатые вещества.** Взрывчатка должна быть подобрана для обеспечения нужной скорости нагружения массива. Если горная масса будет готовиться к транспортированию в брикетах, то целесообразно использование конверсионных ВВ, имеющих высокие значения детонационных характеристик. В данном случае

ликвидация отвалов будет способствовать решению другой не менее острой проблемы;

– **вопросы механизации взрывных работ.** Доставка, зарядка, забойка, в некоторых случаях – укрытие.

Перечисленные вопросы БВР на отвале целесообразно решать в комплексе, потому что они имеют сильное взаимное влияние при различных вариантах развития событий. При этом нужно помнить, что эффективность не может быть достигнута в ущерб безопасности. Если снижается безопасность, то решения неэффективны и быть такими не могут. Это основополагающий принцип развития горной промышленности, техники и технологии. Пренебрежение ими всегда ведёт к негативным последствиям.

Заключение

В заключение следует отметить, что использование отвалов для строительства дорог, безусловно, важное дело, несущее выгоду всем участникам процесса. Необходимые в будущем технологические решения потребуют объединения усилий и взаимодействия разных организаций, так как решение вопросов должно быть комплексное и междисциплинарное. Что касается буровзрывных работ, то разработка отвалов может открыть большие возможности как для использования различных ВМ (в том числе конверсионных), так и применения новых способов отбойки горной массы, а также для улучшения экономического состояния организаций, занимающихся взрывными работами.

В целом использование горной массы в отвалах для строительства транспортных объектов представляется важным проектом, имеющим актуальность и высокое хозяйственное значение. БВР в данном процессе займут особое место. Потребуется решение вопросов по обеспечению необходимых объёмов взрывания с соответствующим обеспечением качества дробления горной массы. Для динамичной работы остро встанут вопросы организации процессов, потому что бурение скважин, зарядка и монтаж взрывной сети занимают достаточно длительное время. До начала переделов буровзрывных работ необходимо установить перечень требований к результатам взрывов, а они прояснятся, когда технология изготовления продукта переработки потребует от входящего сырья определённого набора свойств.

Список литературы

1. Мормиль С.И., Сальников В.Л., Амосов Л.А., Хасанова Г.Г., Семячков А.И., Зобнин Б.Б., Бурмистренко А.В. *Техногенные месторождения Среднего Урала и оценка их воздействия на окружающую среду*. Екатеринбург: НИИ-Природа, ДПР по Уральскому региону, АОТ «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ», Геологическое предприятие «Девон»; 2002. 206 с.
2. Батугин С.А., Яковлев В.Л. *Закономерности развития горного дела*. Якутск: ЯНЦ СО РАН; 1992. 116 с.
3. Яковлев В.Л., Аникина Е.В., Козлова И.А., Корнилков С.В. О научном сопровождении Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации. *Литосфера*. 2019;19(2):337–339. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-2-337-339.
4. Корнилков С.В., Соколов И.В., Славиковская Ю.О., Никитин И.В. Обоснование технико-экономической целесообразности возобновления эксплуатации Квайсинского свинцово-цинкового месторождения на основе геоинформационного моделирования. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*. 2014;(3):9–17.
5. Конорев М.М., Лаптев Ю.В., Нестеренко Г.Ф., Титов Р.С. К обоснованию эффективных способов утилизации отходов добычи и переработки магневых руд (магнезиальных и асбестовых). *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2011;(S11):388–396.
6. Лаптев Ю.В., Титов Р.С., Сивавок М.П., Ласточкин Д.Б. Рентгенофлуоресцентный анализ химического состава техногенных образований горно-металлургических предприятий Челябинской области. В: *Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований: Труды Международного конгресса «ТЕХНО-ГЕН-2014»*. Екатеринбург: ООО «УИПЦ»; 2014. С. 59–64.

7. Лаптев Ю.В., Титов Р.С., Сельменская И.Г. Обоснование оптимальной высоты слоя техногенного образования, имеющего промышленную ценность для его эффективной отработки. В: *Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: материалы 18-й Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 3–4 апреля 2013 г.* Екатеринбург: УГГУ, 2013. С. 11–16.
8. Тарасов П.И. Развитие транспортных сетей Республики Саха (Якутия). *Арктика и Север*. 2014;(17):65–77. Режим доступа: https://narfu.ru/upload/iblock/dc3/05-_tarasov.pdf
9. Тарасов П.И., Тарасов С.П. Освоение арктических и северных территорий западной Якутии. *Актуальные вопросы машиноведения*. 2015;(4):81–83.
10. Хазин М.Л., Дмитриев В.Т., Тарасов П.И., Голубев О.В. Пустые породы и отходы производства горно-обогатительных комбинатов – основа для строительства транспортных магистралей. *Известия Уральского государственного горного университета*. 2017;(4):90–94. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-4-90-94.
11. Жариков С.Н., Сухов Р.И., Реготунов А.С., Кутуев В.А., Таранжин С.С. О возможной эффективности применения горизонтального вруба при уступной взрывной отбойке на карьерах. *Проблемы недропользования*. 2020;(1):80–92. DOI: 10.25635/2313-1586.2020.01.080.

References

1. Mormil S.I., Salnikov V.L., Amosov L.A., Khasanova G.G., Semyachkov A.I., Zobnin B.B., Burmistrenko A.V. *Technogenic deposits of the Middle Urals and assessment of their impact on the environment*. Ekaterinburg: NIA–Priroda, DPR po Uralskomu regionu, AOOT “VNIIZARUBEZhGEOLOGIYA”, Geologicheskoe predpriyatie “Devon”; 2002. 206 p. (In Russ.)
2. Batugin S.A., Yakovlev V.L. *The patterns of development of mining*. Yakutsk: Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 1992. 116 p. (In Russ.)
3. Yakovlev V.L., Anikina E.V., Kozlova I.A., Kornilov S.V. On scientific support of the Strategy for the development of the mineral resource base of the Russian Federation. *Litosfera = Lithosphere (Russia)*. 2019;(2):337–339. (In Russ.) DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-2-337-339.
4. Kornilov S.V., Sokolov I.V., Slawikowskaja Yu.O., Nikitin I.V. Technical and economic feasibility of resuming of use of Kvaisinskii lead-zinc deposit. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2014;(3):9–17. (In Russ.)
5. Konorev M.M., Laptev Yu.V., Nesterenko G.F., Titov R.S. To the justification of effective ways of recycling of mining and processing of magnesium ore (magnesium and asbestos). *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2011;(S11):388–396. (In Russ.)
6. Laptev Yu.V., Titov R.S., Sivavok M.P., Lastochkin D.B. X-ray fluorescence analysis of the chemical composition of man-made formations at mining and metallurgical operations in the Chelyabinsk Region. In: *Basic research and applied development of recycling and disposal processes of man-made formations: Proceedings of the TECHNOGEN-2014 International Congress*. Ekaterinburg: LLC UIPC; 2014, pp. 59–64. (In Russ.)
7. Laptev Yu.V., Titov R.S., Selmenskaya I.G. Justification of the optimum layer height for an industrially valuable man-made formations for their efficient mining. In: *Scientific background and experience in processing ores and man-made raw materials: Proceedings of the 18th International Scientific and Technical Conference, Ekaterinburg, April 3-4, 2013* Ekaterinburg: Ural State Mining University, 2013, pp. 11–16. (In Russ.)
8. Tarasov P.I. Development of transport networks of the Republic Sakha (Yakutia). *Arktika i Sever = Arctic and North*. 2014;(17):65–77. (In Russ.) Available at: https://narfu.ru/upload/iblock/dc3/05-_tarasov.pdf
9. Tarasov P.I., Tarasov S.P. Development of the arctic and northern territories of western Yakutia. *Aktualnye voprosy mashinovedeniya = Topical Issues of Mechanical Engineering*. 2015;(4):81–83. (In Russ.)
10. Khazin M.L., Tarasov P.I., Golubev O.V., Dmitriev V.T. Using tailings and waste products of mining and processing plants for the construction of highways. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta = News of the Ural State Mining University*. 2017;(4):90–94. (In Russ.) DOI: 10.21440/2307-2091-2017-4-90-94.
11. Zharikov S.N., Sukhov R.I., Regotunov A.S., Kutuev V.A., Taranzhin S.S. On the possible efficiency of horizontal cutting by the ledge explosive breacking in quarries. *Problemy nedropolzovaniya*. 2020;(1):80–92. (In Russ.) DOI: 10.25635/2313-1586.2020.01.080.

Информация об авторах

Жариков Сергей Николаевич – кандидат технических наук, заведующий Лабораторией разрушения горных пород, ведущий научный сотрудник, Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук; г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: 333vista@mail.ru

Information about the authors

Sergey N. Zharikov – Ph. D., Head of the Rock Destruction Laboratory, Leading Researcher, Institute of mining of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: 333vista@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 29.12.2020
Поступила после рецензирования: 15.01.2021
Принята к публикации: 20.01.2021

Article info:

Received: 29.12.2020
Revised: 15.01.2021
Accepted: 20.01.2021