

Л.П. Рыжова, Е.В. Носова

К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Одной из наиболее актуальных проблем на сегодняшний день является проблема отработки техногенных месторождений. В последние годы из-за увеличения ограниченности ресурсов и снижения содержаний особенно остро встает вопрос об использовании новых технологий для повышения эффективности отработки месторождений рудных полезных ископаемых. Статья проясняет особенности освоения техногенных месторождений полиметаллов, а также служит предпосылкой к формированию положений для совершенствования методических основ геолого-экономической оценки таких месторождений. Дана краткая характеристика техногенных месторождений, определены районы их распространения, зарубежный опыт применения технологий переработки отходов меднорудных предприятий, рассмотрены проблемы, которые способна решить отработка вторичного сырья, факторы, оказывающие влияние на эффективность отработки техногенных месторождений. Указана специфика данного направления на примере Уральских полиметаллических руд, приведена характеристика медных техногенных месторождений Урала, преимущества отработки подобных месторождений, этапы их исследования, существующие нормативно-правовые проблемы, инициативы недропользователей по корректировке законодательства, а также успешные примеры реализации проектов по переработке шлаков и будущие разработки, способствующие вовлечению инвесторов в данную сферу.

Ключевые слова: техногенные месторождения рудных полезных ископаемых, эффективность отработки месторождений, техногенные медные месторождения Урала, особенности, преимущества, нормативно-правовые проблемы, примеры реализации, геолого-экономическая оценка.

Техногенные месторождения – это особый вид месторождений, сформировавшихся в последние годы в районах горнорудной промышленности (Северо-Запад и Юго-Восток европейской части России, Урал, Юго-Восток и Восток азиатской части, Центр Сибири). Они представляют собой отвалы горнодобывающих предприятий, хвостохранилища обогатительных фабрик, шлакозольные отвалы топливно-энергетического комплекса, шлаки и шламы металлургического производства и т.д.; по количеству и качеству содержащегося в них минерального сырья пригодны для промышленного использования; являются потенциальным источником полезных ископаемых, в частности,

цветных и редких металлов, строительных материалов (щебень, песок и т.д.). Для них характерны следующие черты: географически расположены только в промышленно развитых районах; находятся на поверхности Земли и горная масса в них, преимущественно, дезинтегрирована; имеют более обширный минеральный состав, чем в обычных месторождениях. Для переработки техногенных руд требуются иные технологии, основанные на последних достижениях науки и техники.

Отвалы горнодобывающих и металлургических предприятий являются перспективным источником сырья. В ходе исследований установлено, что

в России скопилось свыше 50 млрд т техногенных отходов с достаточно высоким содержанием полезных компонентов на месторождениях, обрабатываемых в 40–50-е гг. XX в., когда кондиции добычи и переработки были значительно выше современных.

Для отработки техногенных месторождений требуются условия, реализующие новые технологические принципы и решения, которые разработаны на уровне научных открытий, лабораторных или полупромышленных исследований и, к сожалению, сегодня редко доведены до промышленного производства, так как новое строительство и реконструкция с последовательной заменой действующих технологических линий на новые обладают очень высокой капиталоемкостью. Тем не менее, преимущества вовлечения техногенных месторождений очевидны, поскольку это позволит решить целый ряд экономических, социальных и экологических проблем.

Со стороны экономики, например, они сводятся к следующему: 1) постоянное удорожание сырья, в связи с разработкой месторождений на все более значительных глубинах; 2) истощение запасов полезных ископаемых в недрах Земли; 3) снижение производительности труда и уменьшение темпов добычи полезных ископаемых в связи с постоянным ухудшением горно-геологических условий добычи (большие глубины, бедные руды).

Отработка техногенного месторождения может обеспечить, как минимум: 1) сокращение расходов на поиски новых и разведку эксплуатируемых месторождений; 2) сохранение истощающихся минеральных ресурсов в недрах; 3) повышение производительности труда за счет рентабельной переработки уже добытого сырья; 4) улучшение условий труда, так как техногенные месторождения расположены на поверхности Земли; 5) производство дешевых

стройматериалов (песок, щебень, гравий, цемент, абразивы и т.д.); 6) освобождение занимаемых им земель и их рекультивацию, ликвидацию источников загрязнения окружающей среды.

В развитых странах существует политика сбережения ресурсов, включающая вовлечение в переработку техногенных месторождений. К примеру, в США еще в 1993 г. доля вторичного сырья в производстве цветных металлов составляла: по меди – 55%, вольфраму – 28%, никелю – 25%.

В Канаде из отходов меднорудных предприятий, содержащих 0,45% Cu, достигается извлечение 40% меди благодаря новым способам обогащения (кучного кислотного выщелачивания, кучного пиритного и бактериального выщелачивания).

Техногенные месторождения цветных и редких металлов возникают при добыче, обогащении и переработке продуктов обогащения руд цветных (Cu, Zn, Pb, Al и Mg) и редких (Ni, Sn, Mo, W, Bi, V, Co, As, Sb и Hg) металлов. В основном, они пригодны, как для последующего извлечения металла, так и для получения стройматериалов; могут содержать попутные элементы, которые в начальный период добычи руд по тем или иным причинам не извлекались. К примеру, отвалы и хвосты медно-никелевых руд Норильска содержат промышленные, с точки зрения современных технологий их переработки, концентрации платиноидов, золота и серебра, которые ранее извлекались лишь частично. Большая часть полиметаллических и медно-цинковых месторождений содержит Ag, Cd, редкие и рассеянные элементы, потребность в которых резко возросла в последнее время; промышленные кондиции на них в связи с этим существенно понизились.

В таблице представлены суммарные характеристики техногенных медных месторождений Урала.

Суммарные характеристики техногенных медных месторождений Урала

Тип техногенного сырья	Запасы, млн т	Содержание и запасы полезных компонентов, %/тыс. т		
		Cu	Zn	S
Некондиционные руды и породы вскрыши	10 617	0,34/36 098	0,22/23 357	8,69/922 617
Хвосты обогащения	208,8	0,37/770,1	0,39/820,5	21,9/45 811
Шлаки медеплавильных заводов	110,9	0,37/410,2	2,29/2538,6	0,98/1086,4
Итого	10 937	37 278	26 716	96 9514

Как видно из таблицы, основная доля (87,4–96,8%) запасов полезных компонентов сосредоточена в месторождениях, возникающих при добыче руд коренных месторождений. По содержанию меди в руде этот показатель больше соответствующих потерь при добыче вольфрамовых руд несмотря на то, что медные и медно-цинковые кондиционные руды имеют более высокие содержания Cu (0,35–0,5%) и Zn

(1,5%) и, как следствие этого, должны быть более однородны. Средние же содержания Cu (0,34–0,37%) близки к кондиционным (0,35%–0,5%), поэтому, учитывая неравномерность распределения меди в техногенных рудах (от 0,08 до 1,88%), они достаточно конкурентоспособны с коренными рудами.

В медных рудах Урала помимо меди содержится еще 15 других ценных



Рис. 1. Схема расположения техногенных отходов Урала

компонентов (Zn, Pb, S, Au, Ag, Bi, Cd, Ge, Re, Sn, Te, Ni, In, Sb). Кроме того, в шлаках содержится до 30% и более железа (СFe, кондиц.³ 16%), которое из них не извлекается.

Наиболее важной в хвостах обогащения Уральских руд является сера. Ее стоимость составляет 30–50% от общей стоимости хвостов. Также очень важны драгоценные металлы (25–45%) и Cu (10–20%), Zn (10–15%).

Все техногенные месторождения имеют особенности, продиктованные составом исходного сырья, технологией добычи, обогащения или переработки и др. В связи с этим, необходима объективная оценка и детальная разведка каждого перспективного для вторичной переработки объекта. Оценочные работы же проведены лишь на небольшом их количестве.

Вовлечение таких месторождений в эксплуатацию представляет собой комплексный подход, который может быть реализован совместными усилиями геологов, геофизиков, горняков, обогатителей и экологов. Методика исследований включает ряд этапов: 1) рекогносцировочное геолого-геофизическое обследование (определяется минералогический и петрофизический состав залежей ТМ и их физические свойства; ожидаемое содержание полезных и попутных компонентов; гранулометрический состав; площадь и мощность залежей ТМ, их состояние, сроки складирования и т.д.), которое заканчивается решением о целесообразности дальнейшего исследования; 2) геолого-геофизическая съемка поверхности отложений ядерно-геофизическими методами (рентгенофлуоресцентный (РФМ), нейтронноактивационный (НАМ), гамма-гамма (ГГМ) и др.), обеспечивающая геолого-технологическое картирование и выявление наиболее перспективных для разработки участков; 3) разбуривание перспективных участков, задачей ко-

торого служит заверка результатов поверхностной съемки и получение данных о пространственном распределении оруденения в техногенных отложениях; делается прогнозный подсчет запасов полезных компонентов, а также план отработки с учетом технологических типов оруденения и составление геологической карты и разрезов. Результаты исследований по этапам 1–3 достаточны для начала отработки месторождения; целесообразно проведение дополнительных исследований для уточнения технологии его переработки: 4) изучение малой технологической пробы, а также составление технико-экономического обоснования (ТЭО) промышленного освоения месторождения с разработкой кондиций. Важным элементом является оценка техногенного месторождения на экологический ущерб, а также составление экогеологической карты.

На сегодняшний день все технологии по отработке техногенных месторождений очень сложны, дорогостоящи и требуют доработки. Именно поэтому их вовлечение в отработку осуществляется крайне медленно. Однако есть и другие на то причины.

Не для всех видов отходов металлургических предприятий разработаны экономически оправданные и экологически приемлемые технологии. Прежде всего, это касается отходов «красных шламов» алюминиевой промышленности. Промышленного способа их переработки просто не существует. Серьезная проблема с переработкой хвостов обогащения сульфидных руд, образовавшихся в результате выделения из пород меди, никеля, цинка и свинца: после обогащения 90% руды уходит в хвостохранилища.

Металлургические предприятия мало заинтересованы в совершенствовании технологий вследствие отсутствия налоговых стимулов, действенных штрафов.

Существующая в Российской Федерации нормативно-правовая база позволяет разрабатывать техногенные месторождения, однако в ее основе лежат принципы освоения крупных месторождений (многостадийная разведка; разработка ТЭО временных и постоянных кондиций; утверждение запасов в ГКЗ или ТКЗ; согласование проектов во многих инстанциях, утверждение технологических потерь), для оставшейся же сырьевой базы требуется другая регламентация.

Основные нормативно-правовые проблемы, с которыми сталкиваются недропользователи при освоении техногенных месторождений, обусловлены целым рядом факторов:

- длительной процедурой лицензирования;
- отсутствием законодательной и нормативной базы, связанной с использованием техногенных месторождений в виде самостоятельного ресурсного образования;
- отсутствием налоговых преференций для субъектов предпринимательской деятельности, активно вовлекающих в технологический процесс техногенные месторождения.

Повышение эффективности обработки техногенных месторождений стало основанием для разработки Федерального закона «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О недрах»» в Магаданской области, согласно которому предполагается: 1) предоставлять в пользование техногенные месторождения без проведения конкурсов и аукционов на основании решения комиссии, которая создается федеральным органом управления государственным фондом недр; 2) разрешить недропользователю осуществлять добычу полезных ископаемых из техногенных отвалов в границах горного отвода, предоставленного в соответствии с лицензией, без проведения геологоразведочных

работ и исключить из основных требований к рациональному использованию и охране недр проведение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых по отношению к техногенным отвалам, представляющим собой вторичный комплекс переработки сырья.

Внесение предлагаемых изменений в закон «О недрах» повлечет за собой необходимость пересмотра регламентирующих методических и нормативных материалов и документов по методике и технологии освоения техногенных месторождений.

Эффективная обработка техногенных месторождений в настоящее время невозможна без внедрения новой техники и технологий. В этом направлении необходимо обеспечить содействие недропользователям к внедрению инноваций, обеспечив их налоговыми льготами, особенно для малого и среднего бизнеса.

В связи с этим, в Торгово-промышленной палате Российской Федерации состоялся «круглый стол» на тему: «Техногенные месторождения России, образованные отходами горно-добывающего комплекса».

По словам председателя Комитета Торгово-промышленной палаты РФ по поддержке предпринимательства в сфере добычи, производства, переработки и торговли драгоценными металлами, техногенные источники являются одной из основ воспроизводства минерально-сырьевой базы страны. По данным Минприроды, в отвалах содержится от 40 до 80 млрд т полезных отходов горнодобывающей отрасли и ежегодно их объем увеличивается на 1,5–2 млрд т. Проблема утилизации и переработки этих отходов является очень важной для России.

Сейчас на балансе у государства находится около 500 техногенных образований. Наибольшее число – в Мурманской, Свердловской, Магаданской

областях. Минприроды заинтересовано в более активном вовлечении бизнеса в их переработку. В планах находится реализация ряда пилотных проектов по переработке техногенных образований.

Примером успешной реализации концепции отработки техногенных месторождений стал завод в г. Тюмень, открывшийся летом 2014 г. Из твердых шламов титаномагниевого производства в ООО «Промышленный минерал» намерены получать около 800 т магнезиально-карналлитового вяжущего вещества. Сырье для нового производства будут поставлять из Пермской области и Казахстана. Первые партии закуплены на «ВСМПО-Ависма» и Соликамском титаномагниевого комбинате, где скопились значительные объемы шламов (сами компании их переработкой не занимаются). Технология для нового производства разработана в сотрудничестве с ТюмГАСУ. В 2010 г. получен грант на создание опытного образца и приобретение оборудования на сумму 4,6 млн руб.; через год идею поддержала Venture Investment Group (Тюмень). Общий объем инвестиций в проект составил около 18 млн руб. Предполагаемый

срок окупаемости составит примерно один год при реализации продукции в центральной части России и Уральском регионе.

Существуют еще примеры успешной переработки вторичного сырья – обогатительная фабрика Среднеуральского медеплавильного завода в значительной степени использует специально подготовленные шлаки; аналогичная ситуация на фабрике Карабашмеди; практически полностью переработаны шлаковые отвалы на Магнитогорском металлургическом комбинате и Северском трубном заводе; на Челябинском цинковом заводе активно внедряется процесс извлечения цинка из электропечных пылей «Северстали»: содержание металла в них вчетверо выше, чем в руде (15–16%). Минобрнауки РФ также приняло решение о выделении 150 млн руб. на проект по переработке «красных шламов» компании «Русал» (весь проект – около 600 млн руб.).

Необходим комплексный подход к эффективной реализации проектов по внедрению инновационных технологий для вовлечения в эксплуатацию техногенных месторождений минерально-сырьевого комплекса (МСК).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 № 2395-1 (действующая редакция от 01.07.2013).

2. Коняев В.П., Крючкова Л.А., Туманова Е.С. Техногенное минеральное сырье России и направление его использования. – М.: Инф. сб. М., 1994. Вып. 1.

3. Лисов В.И., Назарова З.М. и др. Повышение эффективности деятельности геологоразведочных и горных предприятий в современных условиях. – М.: ВНИИгеостем, 2014.

4. Анисимов В.Н., Булгаков И.С., Кушнarenко В.К. Новый технологический ком-

плекс по переработке отходов обогащения металлосодержащих руд // Горный журнал. – 2007. – № 6.

5. Трубецкой К.Н., Уманец В.Н., Никитин М.Б. Классификация техногенных месторождений, основные категории и понятия // Горный журнал. – 1989. – № 12.

6. www.itar-tass.com, ноябрь 2014.

7. www.mining-enc.ru/, ноябрь 2014.

8. <http://www.mnr.gov.ru/>, ноябрь 2014.

9. www.pronedra.ru, ноябрь 2014.

10. www.rusal.ru, ноябрь 2014.

11. www.tpprf.ru, ноябрь 2014.

12. www.vin-group.ru, ноябрь 2014. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Рыжова Людмила Павловна – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник,

Носова Екатерина Васильевна – аспирант, e-mail: ekaterinaleonova89@gmail.com, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ–РГГУ).

UDC 622.833.5

TO THE QUESTION OF THE EFFECTIVENESS OF TECHNOGENOUS ORE MINERAL DEPOSITS MINING

Ryzhova L.P.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Senior Researcher,

Nosova E.V.¹, Graduate Student, e-mail: ekaterinaleonova89@gmail.com,

¹ Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU), 117997, Moscow, Russia.

One of the most pressing problems today is the problem of technogenous deposits mining. Lately, due to resource constraints increasing and the contents reducing there is a particularly current question about using the new technologies to improve the efficiency of ore mineral deposits mining. This article clarifies the features of the polymetals technogenous deposits mining, and it's a prerequisite to formation of provisions for improving the methodological basises of such deposits geological-economic evaluation. It contains a brief description of technogenous deposits, defines areas of it's distribution, foreign experience of using the technologies of waste of copper ore plants mining implementation, considered problems, which can be solved by the secondary materials mining and factors, which have a big influence to the effectiveness of technogenous deposits mining. Also this article specified the features of this branch for example at Ural polymetallic ores, there is a characteristic of Ural copper technogenous deposits, the benefits of such deposits mining, it's research stages, law problems, the subsoil user's law adjustment and increasing initiatives, also examples of successful slags mining projects implementation and future developments to involve investors at this area.

Key words: technogenous ore mineral deposits; efficiency of mining of mineral deposits; technogenous deposits of Ural; features; advantages; law problems; examples of implementation; geological-economic evaluation.

REFERENCES

1. Federal'nyy zakon RF «O nedrakh» ot 21.02.1992 no 2395-1 (deystvuyushchaya redaktsiya ot 01.07.2013) (The RF Federal law «About the Depths minerals» dated 21.02.1992 No. 2395–1 (current version from 01.07.2013)).
2. Konyaev V.P., Kryuchkova L.A., Tumanova E.S. *Tekhnogennoe mineral'noe syr'e Rossii i napravlenie ego ispol'zovaniya*, vyp. 1 (Russian technogenous mineral raw materials and the direction of its use, issue 1), Moscow, INF. Sb. M., 1994.
3. Lisov V.I., Nazarova Z.M. *Povyshenie effektivnosti deyatel'nosti geologorazvedochnykh i gornykh predpriyatiy v sovremennykh usloviyakh* (The efficiency increase of exploration and mining enterprises in the modern conditions), Moscow, VNIIGeosistem, 2014.
4. Anisimov V.N., Bulgakov I.S., Kushnarenko V.K. *Gornyy zhurnal*, 2007, no 6.
5. Trubetskoy K.N., Umanets V.N., Nikitin M.B. *Gornyy zhurnal*, 1989, no 12.
6. www.itar-tass.com, November 2014.
7. www.mining-enc.ru/, November 2014.
8. http://www.mnr.gov.ru/, November 2014.
9. www.pronedra.ru, November 2014.
10. www.rusal.ru, November 2014.
11. www.tpprf.ru, November 2014.
12. www.vin-group.ru, November 2014.

