

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-5>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/24EVN516.pdf>

Статья опубликована 27.09.2016.

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Максимова А.М. Извлечение редких и редкоземельных металлов из техногенных объектов как путь к рациональному освоению недр // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/24EVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**УДК 332.142.4**

**Максимова Арина Михайловна**

ФГБОУ ВО «Московский государственный Университет имени М.В. Ломоносова», Россия, Москва<sup>1</sup>  
Аспирант кафедры «Экономики природопользования»  
E-mail: [arianna.maximova@gmail.com](mailto:arianna.maximova@gmail.com)

## **Извлечение редких и редкоземельных металлов из техногенных объектов как путь к рациональному освоению недр**

**Аннотация.** Обеспечение экономики страны редкими и редкоземельными металлами носит критический характер для национальной безопасности и является важным условием модернизации промышленности. В свою очередь, полноценное внедрение современных технологий, таких как технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику; технологии наноустройств и микросистемной техники; технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения без редких и редкоземельных металлов невозможно.

Добыча редких и редкоземельных металлов может осуществляться путем разработки месторождений, где редкие металлы (Li, Cs, Be, Nb, Ta, TR, Zr, Sr) заключены в собственных минералах, либо где редкие металлы извлекаются при переработке других полезных ископаемых.

Извлечение редких металлов возможно из золо-шлаковых отвалов энергетических предприятий. В научных работах Краснова О.С. и Салихова В.А. отмечается, что переработка золо-шлаковых отходов на промышленном производстве может дать от одного до нескольких десятков тонн редких металлов в год. Таким образом, попутные полезные компоненты при переработке углей можно считать перспективной минерально-сырьевой базой ряда редких металлов.

В данной статье рассмотрены экологические проблемы разработки месторождений редких и редкоземельных металлов. Проанализированы основные аспекты их разработки и выявлена и обоснована возможность и необходимость извлечения их из техногенных объектов, а именно из отходов угольного производства.

Также в статье выявлены причины нерационального освоения недр в области использования отходов, в частности заключающиеся в неэффективном управлении горнопромышленными отходами. На основе проведенного исследования в целях

---

<sup>1</sup> 19285, Москва, Ленинские Горы мкр., 1, стр. 46, 1

стимулирования рационального пользования недрами выявлена необходимость государственной поддержки, без которой освоение техногенных объектов для малых компаний экономически неэффективна.

**Ключевые слова:** редкие металлы; редкоземельные металлы; техногенные месторождения; отходы горного производства; экология; рациональное природопользование; народно-хозяйственный эффект

Обеспечение экономики Российской Федерации редкими и редкоземельными металлами занимает важное положение для национальной безопасности, являясь при этом определяющим условием для развития модернизации промышленности. Глобальное внедрение современных технологий, таких как: технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта; технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику; технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения не представляется возможным без редких и редкоземельных металлов.<sup>2</sup>

Горнопромышленный комплекс России – один из крупнейших источников нарушения земель и загрязнения окружающей среды. Ежегодно горно-промышленным комплексом страны выбрасывается в атмосферу около 50 млн тонн вредных веществ, сбрасывается в водоемы более 2 млрд м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод и складировается на поверхности земли более 8 млрд тонн твердых отходов.

Крупное горное производство сконцентрировано в половине регионов страны, где наблюдается крайне неблагоприятная экологическая обстановка. В ряде районов Урала и Кузбасса высокая загрязненность и деградация природной среды достигли критических значений, тяжелая обстановка сложилась в Центральном и Центрально-Черноземном экономических регионах, на Кольском полуострове, в Прикаспии и Приангарье, Норильском районе и Ямале [1].

Основным фактором при нарушении экологического равновесия, которое зафиксировано на половине изъятых земель в целях промышленного использования является эксплуатация месторождений, приводящая к негативным воздействиям на окружающую среду.

При современных условиях при выборе основного способа разработки месторождений необходимо придерживаться экологическому принципу, который заключается в непрерывном восстановлении нарушаемого баланса окружающей среды по мере освоения месторождения редких и редкоземельных металлов.

В соответствии с ст. 1 ФЗ «Об охране окружающей среды» недра являются компонентом природной среды. Статья 4 указанного Федерального закона устанавливает, что земли, недра, почвы являются объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности. В связи с тем, что недра являются охраняемым природным объектом, частью окружающей среды с позиций федерального законодательства, то недропользование должно осуществляться с соблюдением норм права по охране окружающей среды.

---

<sup>2</sup> Подпрограмма 15 «Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов» государственной программы РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», утвержденная Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 №328.

На новой концептуальной базе необходимо переосмыслить достоинства и недостатки способов разработки месторождений, поскольку существующая относительно кратковременная оценка не может учитывать весь объем необратимости процессов долговременного изменения экологической обстановки. Иными словами, обоснованию проектных решений по разработке месторождения или реконструкции действующего предприятия должна предшествовать разработка общей стратегии освоения месторождения – открытым, подземным, физико-химическим, комбинированным способом с приоритетом экологического фактора, т.е. любой проект разработки редких и редкоземельных металлов необходимо подвергать экологической экспертизе. Правовые и экономические аспекты проектирования горных предприятий в связи с экологическими факторами отражены в ряде государственных нормативных документов.

В связи с тем, что разработка месторождений редких и редкоземельных металлов может осуществляться как открытым, так и закрытым способами – экологические риски будут соответственно дифференцироваться.

При открытом ведении работ основные экологические факторы, подлежащие учету при проектировании горных предприятий, - нарушения земной поверхности, атмосферы и гидросферы вокруг предприятий.

Территории, на которых фиксируют ухудшение состояния окружающей среды вследствие деятельности горнорудного предприятия, распространяются далеко за пределы земельного отвода. Земельный отвод для горного предприятия, как правило, в 2-10 раз превышает площадь карьера. Протяженность зоны загрязнения атмосферы может составлять 10-15 км, радиус нарушения гидробаланса – десятки километров.

Для открытой разработки месторождений полезных ископаемых отчуждаются обширные площади пахотных земель, сельскохозяйственных угодий, экологически уязвимых пойменных, таежных, тундровых и других участков. Площадь земельных отводов крупных горно-обогатительных комбинатов составляет от 2 тыс. до 10 тыс. га. Большие площади отводятся для складирования отходов, загрязняющих окружающую среду. Хвостохранилища, вмещающие сотни миллионов кубических метров отходов, на комбинатах черной металлургии занимают площади до 3 тыс. га.

В связи с этим особое внимание при проектировании предприятий и разработке месторождений уделяется рекультивации нарушенных горным производством земель.

Разработка месторождений редких и редкоземельных металлов содержит два взаимоисключающих аспекта: наращивание объемов добычи с максимально возможным извлечением полезного компонента и минимизация отчуждаемых для разработки площадей.

Рекультивация – комплекс работ по восстановлению ценности и продуктивности земель, а также улучшению окружающей среды. Рекультивация на карьерах включает горные, мелиоративные, сельскохозяйственные и гидротехнические работы.

Результат рекультивационных работ – создание участков земли, пригодных для сельского и лесного хозяйства, организации зон отдыха, устройства водоемов различного назначения, жилищного и промышленного строительства и т.п.

Разработка месторождений редких и редкоземельных металлов подземным способом требует значительно меньших территорий под горный отвод по сравнению с открытыми горными работами, не вызывает столь масштабных нарушений и изменений ландшафтов и инфраструктуры, однако и ей сопутствуют существенные изменения окружающей среды.

Степень нарушения поверхности подземными горными работами зависит от ряда факторов: размеров рудного тела, условий его залегания в толще пород, системы разработки и ее параметров, технологии ведения работ.

В большинстве случаев нарушения поверхности выражаются в формировании прогибов, мульд проседания, а иногда и провалов.

При использовании геотехнологических способов разработки происходят обычно незначительные нарушения поверхности. Этим способам присуще химическое загрязнение верхнего плодородного слоя почв.

Нарушения земной поверхности на рудниках связаны также с необходимостью складирования выдаваемых из недр и после переработки руд, пустых пород в отвалы и хвостохранилища, что принципиально не отличается от их воздействия на окружающую среду при открытом способе разработки месторождений.

Основные мероприятия по сокращению поверхности, занимаемой отвалами и хвостохранилищами рудника, - это использование пустых пород и отходов обогатительных фабрик для закладки подземных выработок, что одновременно решает проблему сохранности земель от оседания и провалов над выработанным пространством, а также использование пустых пород для хозяйственных нужд. Важным направлением является сокращение выдачи пустых пород из-под земли за счет разделительных и усреднительных процессов при очистной выемке.

Кардинально решать вопрос о предотвращении нарушения поверхности при ведении горных работ подземным способом можно только за счет перехода системы разработки с закладкой. Подземные горные работы оказывают большое влияние на гидрологию прилегающих территорий. При извлечении значительных объемов полезного ископаемого, особенно с использованием систем разработки с обрушением налегающих пород, в зону сдвига вовлекаются и водоносные горизонты, часто на больших площадях. Подсеченные водоносные горизонты дренируются горными выработками, в результате чего возможны просадки поверхности при дренаже.

Масса вод, которые откачиваются из родников, оказывает негативное воздействие на гидросферу и почву как вблизи места проведения горных работ, так и на сопредельных территориях. Рудничные воды формируются за счет грунтовых вод, запертых, трещенных и карстовых подземных вод, а также дренирующих вод из гидрографической сети и инфильтрации атмосферных осадков, технологических вод основного производства. Отдельные рудники обычно откачивают из недр от нескольких кубических метров до нескольких десятков тысяч кубических метров воды в сутки. Шахтные воды достаточно сильно загрязняют грунтовые воды и поверхность и не позволяют пользоваться почвой по назначению для данного района. Наиболее распространенными загрязнителями рудничных вод являются свободная серная кислота, при этом ей сопутствуют растворимые соли, преимущественно сульфаты, а также тяжелые металлы, и хлористые соединения.

Большой ущерб окружающей среде наносят водоотлив и предварительное водопонижение, осуществляемое на рудниках. Откачка воды из шахт изменяет гидрогеологический режим всего района: на прилегающих территориях исчезают родники, пересыхают колодцы, происходит полное осушение водоносных горизонтов.

Степень очистки и методы должны определяться в зависимости от определенных условий с учетом возможного использования очищенных сточных вод в промышленных или сельскохозяйственных целях. Проектирование установок для очистки рудничных вод осуществляется на основании исследований и разработки технологии для конкретного рудника и, как правило, не может быть применимо к условиям другого предприятия.

Горные предприятия, ведущие подземную разработку редких и редкоземельных металлов, по сравнению с карьерами оказывают незначительное отрицательное влияние на атмосферу. Основной источник загрязнения атмосферы – отвалы пустых пород и хвостохранилища, подверженные ветровой и химико-биологической эрозии.

В мире при добыче около 100 млрд т. горной массы образуется около 75 млрд т. отходов. Огромные пространства России и рассредоточенность добычи и переработки минерального сырья привели к практически полному отсутствию внимания к использованию и переработке отходов. При этом, по уровню антропогенной нагрузки на природную среду Россия берет одно из ведущих мест в мире. При добыче колоссального объема первичного минерального сырья, использование извлекаемой горной массы с целью извлечение основного полезного компонента находится на уровне 1 – 10%. В связи с чем, основное количество добытой руды в результате ее некомплексной переработки и неполного извлечения полезных компонентов уходит в отвалы, хвосты, в связи с чем образуется большая масса отходов, которые образуют собой техногенные объекты (техногенные месторождения). Данный процесс в сфере добычи полезных компонентов приводит не только к расточительному использованию недр, но и к загрязнению окружающей среды [12], поскольку складированные отходы, под действием физико-химических процессов также наносят вред окружающей среде.

В свою очередь, как отмечает В.А. Салихов в своей работе ежегодно в Кузбассе накапливаются по масштабам гигантские массы золошлаковых угольных отходов. В свою очередь, накопление ведет к ряду экономических и экологических издержек из-за низкой степени их использования. Однако, золошлаковые массы могут являться уникальным ресурсом и рассматриваться в качестве самостоятельных комплексных рудных месторождений редких, редкоземельных металлов, которые располагаются на поверхности, тем самым не требуя расходов на извлечение [9]. Таким образом, В.А. Салиховым отмечается возможность извлечения редких и редкоземельных металлов из отходов угледобычи, а также обосновывается их геолого - экономическая и стоимостная оценка.

Таким образом, одним из рациональных путей решения экологических проблем при разработке месторождений редких и редкоземельных металлов будет являться комплексное освоение месторождений, которое включает в себя извлечение из углей и углеотходов основного спектра элементов-примесей, преимущественно редких металлов. В настоящее время данный потенциал отходов угольных предприятия почти не востребован. Единственным редким металлом, который получают из углей и углеотходов в промышленных количествах является Ge. Однако на сегодняшний день существуют разработанные технологии, позволяющие извлекать Ga, Sc, U, Y, редкоземельные и некоторых другие металлы [11].

Так комплексная переработка угля, а также отходов углеобогащения с получением редких и редкоземельных металлов в Кузбассе обладает рядом перспектив для редкой и редкоземельной промышленности, а также для окружающей среды, поскольку при переработке отходов высвобождаются значительные территории занятые ими, вследствие чего уменьшается экологическая нагрузка на атмосферу.

Обоснование возможной минерально-сырьевой базы кузнецких углей и отходов для извлечения редких металлов дано в работе Б.Ф. Нифантова [7], где для каждой из групп по трем категориям зольности изучено распределение элементов (рис. 1).

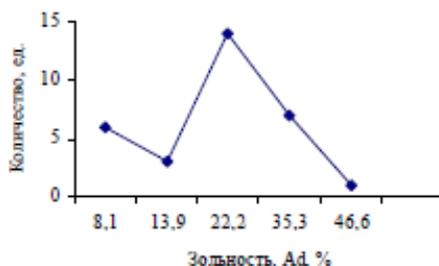
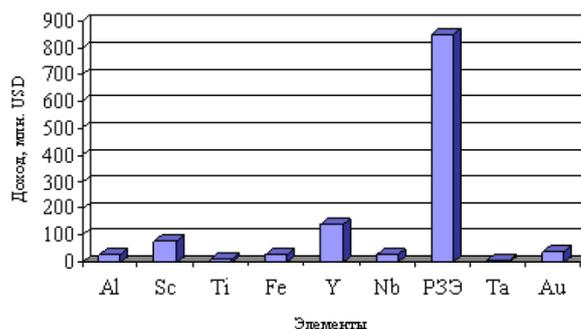


Рисунок 1. Количество элементов в ассоциациях [6]

Зольность 8,1% - Li, Zn, Rb, Ag, Au, Hg; Зольность 13,9% - Li, Cd, Au; Зольность 22,2% - Be, B, F, Co, Zn, As, Sr, Nb, Mo, Sn, Ba, Yb, Au, Hg; Зольность 35,3% - As, Ag, Sb, U, F, Sn, Au; Зольность 46,6% - Rb.

По вышеприведенному рисунку можно отметить, что содержание редких и редкоземельных металлов характерно для зол с различной процентной составляющей зольности.

Также Б.Ф. Нифантовым показано, что общая стоимость объектов металлопромышленных содержаний в углях выше стоимости самих углей в 150 раз. В связи с чем, перспектива глубокой переработки кузнецких углей и отходов их добычи и переработки являются экономически благоприятными (рис. 2).



**Рисунок 2.** Вероятные уровни доходов от извлечения металлов из кузнецких углей, промышленных отходов их потребления [7]

При этом освоение полезных компонентов, сопутствующих угленосным отложениям Кузнецкого бассейна, будет целесообразным при освоении наиболее металлонасыщенных объектов образовавшейся горной массы на предприятиях угольных месторождений.

Таким образом, при комплексной переработке углей и отходов можно одновременно достичь двойного эффекта, а именно снижение экологической нагрузки и развитие редко и редкоземельной промышленности. А также при определенных условиях комплексная переработка способствует увеличению экономической эффективности угольного предприятия.

Как было показано выше существует достаточно предпосылок для комплексного освоения полезных ископаемых, а также образующихся отходов. Однако в России такая практика не распространена. Причиной чему является, как отмечает Министр природных ресурсов и экологии РФ С. Донской неэффективность действующей системы регулирования в отношении отходов горного производства [2].

В свою очередь Кныш В.А. в своей работе изучил причины неэффективного управления горнопромышленными отходами и выделил 5 групп факторов, которые имеют важное значение при рассмотрении отходов горнопромышленного производства (техногенных образований) как источника полезных ископаемых:

- горнотехнические и инженерно-геологические, которые заключаются в характере образования отходов, компонентов техногенного сырья, геологических процессах, составе и концентрации полезных ископаемых, объеме запасов, гидрогеологических условиях, др.);
- технологические, а именно наилучшие доступные технологии, способные обеспечить рентабельную отработку запасов техногенного сырья; возможность разработки и внедрения новых технологий, в том числе для попутного извлечения ценных компонентов, др.);

- экономические, которые заключаются в инвестиционной привлекательности техногенных месторождений, экономической эффективности и рисках проектов их отработки, а также в ценовых трендах на рынках товарной продукции, наличии господдержки в качестве налоговых льгот и субсидий и т.д.);
- социально-экологические, заключающиеся в наличии мест размещения отходов, характере и степени влияния техногенных образований на окружающую среду, требуемом качестве утилизации отходов при их переработки и др.;
- институциональные, а именно особенность регулирования отношений между инициаторами проектов по переработке отходов и владельцами отходов; правила получения лицензий, механизмы привлечения малых инновационных компаний к переработке отходов, наличие стандартов на проектирование горных предприятий и др. [3].

Так, проанализировав данные факторы в целях рационального недропользования Кныш В.А. делает вывод о необходимости системного подхода управления отходами горного производства - как необходимое условие.

Однако, в настоящее время данный подход не применяется, при этом этот вопрос периодически поднимается многими специалистами и руководителями. Так, председателем Комитета по природным ресурсам Госдумы В. Кашиным во время парламентских слушаниях в области законодательного обеспечения повышения инвестиционной привлекательности пользования недрами выступил с рядом предложений по реформированию системы управления государственным фондом недр, включая техногенные месторождения<sup>3</sup>.

Как отмечает академик РАН Ю. Малышев, серьезным препятствием в развитии горной промышленности в России является несовершенство законодательства, вследствие чего возникающие противоречия, которые проблеме техногенных отходов делают более острой [6]. В свою очередь, первый заместитель гендиректора ОАО «Росгеология» Г. Алексеев конкретизирует, что действующая система лицензирования нацелена не на комплексное освоение месторождений, что приводит к складированию ценного сырья и накоплению отходов. Так по мере увеличения добычи, объемы образования отходов растут<sup>4</sup>.

В свою очередь в РФ, деятельность по обращению с отходами горного производства регулируется двумя законами федерального уровня – Закона РФ «О недрах» (№ 2395-1, 1992 г.) и Федерального закона «Об отходах производства и потребления» (№ 89-ФЗ, 1998 г.), которые в некоторых моментах взаимоисключают друг друга. Данное обстоятельство, по мнению Кныша В.А, является одной из основных причин отсутствия эффективной системы управления горными отходами.

Также в действующем законодательстве отсутствуют стимулы для освоения техногенных месторождений, поскольку не делается различий между коренными и техногенными месторождениями, хотя в свою очередь они являются с геолого-экономической точки зрения разными объектами, которые подразумевают соответствующие затраты. В частности, запасы полезных ископаемых техногенных месторождений соответствуют как правило мелким и мельчайшим месторождениям.

---

<sup>3</sup> Стенограмма парламентских слушаний Комитета Государственной думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии, 8 ноября 2013 г. Электронный ресурс: режим доступа: <http://eco-staff.ru/parlamentskie-slushaniya/685>.

<sup>4</sup> Законодательные инициативы Росгеологии, призванные стимулировать комплексное извлечение ценных компонентов при освоении месторождений полезных ископаемых. Электронный ресурс: режим доступа: <http://www.rudmet.ru/news/4259>.

Экономический интерес к техногенным объектам присутствует у юниорных компаний, однако Закон РФ «О недрах» в вопросе заключения договоров с крупными компаниями, складывающими отходы своего производства является своего рода барьером. А стимул для освоения «старых заброшенных техногенных объектов» отсутствует, поскольку необходимо получить лицензию, которая подразумевает соответствующие этапы инвестиционного цикла, в том числе участие в аукционе, а также ГРП, составление ТЭО и постановки запасов на Государственный баланс полезных ископаемых. Таким образом, без государственной поддержки освоение техногенных объектов для юниорных компаний становится экономически неэффективным. В связи с чем, отходы горного производства не освоены и продолжают накапливаться, что ухудшает экологию.

В последние годы интерес к редким и редкоземельным металлам заметно возрос, что обусловлено особенностями рыночной политики последних нескольких лет. Введение Китаем ограничений на экспортные поставки РЗМ привели к панике на рынке, резкому росту цен и риска потери источника сырья для отдельных отраслей промышленности [8].

Однако месторождения редких и редкоземельных металлов располагаются в труднодоступных районах со слаборазвитой инфраструктурой, а их разработка приводит к существенным экологическим последствиям. В целях рационального природопользования и решения экологических проблем предлагается извлекать редкие и редкоземельные металлы из отходов горного производства, в частности из отходов угольных предприятий.

Тем самым, актуальность извлечения ценных металлов из золо-шлаковых отходов углей определяется на основе анализа состояния минерально-сырьевой базы цветных и редких металлов в мире и России, анализа спроса и предложения на эти металлы на внутреннем и мировом рынках [5].

Важным аспектом решения этой проблемы является и обоснование стимулов для ликвидации техногенных отвалов и улучшения экологической ситуации в горнопромышленных регионах России [4].

В настоящее время, как отмечает М.Д. Скурским имеется целый ряд технологических решений, позволяющих эффективно утилизировать некоторые виды ЗШО с целью извлечения из них полезных компонентов [10].

В целом, для принятия решения о вводе в разработку техногенного месторождения, представленного ЗШО энергетических предприятий, содержащих ценные металлы, необходим учет внешних, внутренних факторов и суммарного эффекта.

В свою очередь, О.С. Красновым выделяются экономический, экологический, социальный и косвенный эффекты возникающие при разработке техногенных объектов-отвалов угольных предприятий (золо-шлаковые отходы). Так, экономический эффект (ЭЭ.) образуется непосредственно от продажи ЗШО, концентратов металлов или черновых металлов, а также строительных материалов; экологический эффект (ЭЭКОЛ.) формируется, по большей части, за счет предотвращенного ущерба лесным и земельным ресурсам, а также при ликвидации отвалов; социальный эффект (ЭСОЦ.) в первую очередь это создание рабочих мест по проектам и сокращение, за счет этого, выплат пособий по безработице; косвенный эффект (ЭКОСВ.), показывает насколько экономятся средства на ГРП, на добычу, обогащение и получение металлов. В свою очередь, суммирование перечисленных выше эффектов даст суммарный народно-хозяйственный эффект, возникающий при разработке отходов угольных предприятий [4]. Также О.С. Краснов отмечает что, отработка золо-шлаковых возможна со значительным народно-хозяйственным эффектом для всего региона.

Однако ввиду несовершенств действующего российского законодательства в области использования и управления отходами этот процесс усложняется.

Таким образом, в целях рационального пользования недрами и освоения горнопромышленных отходов необходима государственная поддержка, без которой освоение техногенных объектов для юниорных компаний, экономически неэффективна.

В свою очередь, при совершенствовании законодательства и комплексной переработке углей и отходов их производства и обогащения можно одновременно достичь двойного эффекта, а именно снижение экологической нагрузки и развитие редко и редкоземельной промышленности, а также увеличить экономической эффективности угольного предприятия и вовлечь юниорные компании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авдониин В.В., В.В. Мосейкин, Г.В. Ручкин, Н.Н. Шатагин, Т.И. Лыгина, М.Е. Мельников под ред. В.В. Авдониина Геология и разведка месторождений полезных ископаемых: учебник для студ. Учреждений высш. Проф. Образования. М.: Изд-во «Академия», 2011 – С. 345.
2. Донской С., Крюков В. Стратегия: Новое регулирование для трудной нефти // Ведомости. №196 (3700). 21.10.2014 г.
3. Кныш В.А., Невская М.А. / Эффективное управление горнопромышленными отходами как условие рационального недродопользования // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2015. №4 (26) С. 39-43.
4. Краснов О.С., Салихов В.А. Стимулирование извлечения ценных цветных и редких металлов из золо-шлаковых отходов углей, накапливаемых на энергетических предприятиях Кемеровской области // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. №1. С. 299-303.
5. Краснов О.С. Оценка перспектив извлечения ценных цветных и редких металлов из золо-шлаковых отвалов энергетических предприятий Кемеровской области / О.С. Краснов, В.А. Салихов // Записки Горного института, т. 201 «Проблемы развития минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов России». – СПб, 2013. – С. 191 – 195.
6. Малышев Ю. Развитие горнопромышленного комплекса в условиях обострения конкуренции на мировых рынках минеральных ресурсов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2013. №1.
7. Нифантов Б.Ф., Заостровский А.Н., Занина О.П./Кузнецкие угли, промышленные отходы добычи и потребления углей новая минерально-сырьевая база для извлечения ценных металлов и минеральной продукции // Вестник КузГТУ. 2005. №6. С.79-82.
8. Постолатьева А. Редкоземельные месторождения – особенности, сложности и перспективы // Золото и Технологии, №1 (19) 2013.
9. Салихов В.А. Геолого-экономическая и экономическая (стоимостная) оценка цветных и редких металлов, содержащихся в углях и золо-шлаковых отходах углей / В.А. Салихов // Вестник Томского государственного университета. Экономика – 2014. – №1 (25). – С. 123–138.
10. Скурский М.Д. Недрa Земли / М.Д. Скурский. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2006. – 880 с.
11. Скурский, М.Д. Прогноз редкоземельно-редкометалльно-нефтегазоугольных месторождений в Кузбассе. - Кемерово: Кузбас-свуиздат, 2005-627 с.
12. Шумилова Л.В. Техногенные месторождения как объекты повышенного негативного воздействия на окружающую среду // Science Time. 2014. №8 (8) С. 325-356.

**Maksimova Arina Mihailovna**

Moscow state university by M.V. Lomonosov, Russia, Moscow

E-mail: [arianna.maximova@gmail.com](mailto:arianna.maximova@gmail.com)

## **Extraction of rare metals from technogenic objects as a way to the rational development of mineral resources**

**Abstract.** Maintenance the economy of rare metals is critical to national security and is an important condition for the modernization of the industry. The full implementation of modern technologies, such as new and renewable sources of energy, including hydrogen energy; technologies of nanodevices and Microsystems technology; technology of a space rocket and transport equipment of new generation is impossible without rare metals.

Mining of rare and rare earth metals can be carried out through the development of deposits where rare metals (Li, Cs, Be, Nb, Ta, TR, Zr, Sr) are enclosed in their own minerals, or where rare metals are extracted in the processing of other minerals.

Extraction of rare metals is possible from ash-slag dumps energy companies. In the scientific works of Krasnov O.S., and Salikhov V.A. it is noted that the processing of ash-slag waste in industrial production can provide from one to several tens of tons of rare metals per year. Thus, the associated useful components in the processing of coal can be considered promising mineral resource base of rare metals.

This article describes the environmental problems of development of deposits of rare earth metals. Analyzed key aspects of their development and identifies and substantiates the possibility and necessity of removing them from man-made objects, namely, waste from coal production.

The article also identified the causes of irrational exploitation of mineral resources in the use of waste, in particular consisting in the mismanagement of mining waste. On the basis of the study in order to stimulate rational use of mineral resources identified the need for state support, without which the development of industrial facilities for small companies economically inefficient.

**Key words:** rare metals; rare earth metals; anthropogenic deposits; mine wastes; ecology; environmental management; national economic effect

## REFERENCES

1. Avdonin V.V., V.V. Moseikin, G.V. Ruchkin, N.N. Shatagin, T.I. Lygina, M.E. Melnikov, ed. by V.V. Avdonina Geology and exploration of mineral deposits: a textbook for stud. Institutions higher. Prof. Education. M.: Publishing house "Academy", 2011 – P. 345.
2. The don S., Kryukov V. Strategy: New regulation for hard oil // Vedomosti. No. 196 (3700). 21.10.2014 G.
3. Knysh V.A., Nevskaya M.A. / Efficient management of mining waste as a condition of rational neprodovolstvennyye // Theory and practice of service: economy, social sphere, technologies. 2015. No. 4 (26). Pp. 39-43.
4. Krasnov O.S., Salikhov V.A. encourage the extraction of valuable non-ferrous and rare metals from ash-slag waste of coal accumulated at the energy enterprises of the Kemerovo region // interexpo geo-Siberia. 2014. No. 1, p. 299-303.
5. Krasnov O.S. assessment of the prospects for the recovery of valuable non-ferrous and rare metals from ash-slag dumps energy enterprises of the Kemerovo region / O.S. Krasnov, V.A. Salikhov // Zapiski of the Mining Institute, V. 201 "problems of development of mineral-raw and fuel and energy complexes of Russia". – SPb, 2013. – S. 191 – 195.
6. Malyshev Yu.A. development of the mining industry in the conditions of aggravation of competition on the world markets of mineral resources / Mineral resources of Russia. Economy and management. 2013. No. 1.
7. Nifantov B.F., Zaostrovsky A.N., Zanina, O.P. / Kuznetsky coals, industrial waste production and consumption of coal from the new mineral source of raw materials for extraction of valuable metals and mineral products // Bulletin of KuzGTU. 2005. No. 6. Pp. 79-82.
8. Postulative A. Rare-earth deposits – features, challenges and prospects// Gold and Technologies, №1 (19). 2013.
9. Salikhov V.A. economic-Geological and economic (cost) assessment of non-ferrous and rare metals in coal and ash - slag wastes from coal Salikhov V.A. // Bulletin of the Tomsk state University. Economy– 2014. – №1 (25). – P. 123-138.
10. Skurskiy M.D. The Bowels Of The Earth / M.D. Skurskiy. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2006. – 880 p.
11. Skurskiy M.D. Forecast of rare earth-rare metal-neftegazonosnyh deposits in Kuzbass. - Kemerovo: Kuzbass-subsistit, 2005-627 c.
12. Shumilova L.V., Technogenic deposits as a high negative impact on the environment // Science Time. 2014. No. 8 (8). Pp. 325-356.