УДК 504.55.054:622(470.6)

JEL O47, Q32

DOI: 10.17213/2312-6469-2021-3-90-99

ПРЕДПОСЫЛКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА УГЛЕДОБЫЧИ В УСЛОВИЯХ ДЕПРЕССИИ

© *Е.Ю. Разоренова* 2021

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
г. Санкт-Петербург, Россия*

Целью исследования является развитие и детализация концепции рационального использования хвостов обогащения углей для решения эколого-экономических проблем Российского Донбасса. Методология исследования включает в себя комплекс методов, в том числе, научное обобщение и анализ источников, результаты экспериментов и опыта, и прогнозирование перспектив на уровне эксперта. Статья содержит результаты теоретического исследования перспектив использования техногенных месторождений, сформированных потерями углесодержащего минерального сырья при добыче и переработке. Разработан алгоритм освоения техногенных месторождений угля. Вопросы рационального использования недр представлены, как составная часть экономики горного производства. Дана краткая характеристика образования техногенных месторождений и методов извлечения металлов при утилизации углесодержащих отходов, как условия вовлечения их в производство. Произведен анализ аспектов утилизации хвостов и технологий переработки. Сделан вывод, что проблемы ликвидации шахт могут быть решены в рамках системы взаимодействия комплексных решений. Результаты исследования найдут применение при проектировании технологий утилизации углесодержащих объектов горного производства, при добыче и переработке угля, при подготовке студентов и для расширения кругозора читателей.

Ключевые слова: *утилизация; эколого-экономические проблемы; анализ; прогнозирование; техногенные месторождения; углесодержащее сырье; алгоритм освоения; экономика горного производства.*

BACKGROUND OF ECONOMIC GROWTH OF COAL MINING IN THE CONDITIONS OF DEPRESSION

© *E.Yu. Razorenova* 2021

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
St. Petersburg, Russia*

The aim of the study is to develop and detail the concept of the rational use of coal preparation tailings to solve the ecological and economic problems of the Russian Donbass. The research methodology includes a set of methods, including scientific generalization and analysis of sources, the results of experiments and experience, and forecasting prospects at the expert level. The

article contains the results of a theoretical study of the prospects for the use of technogenic deposits formed by the loss of coal-bearing mineral raw materials during mining and processing. An algorithm for the development of technogenic coal deposits has been developed. The issues of rational use of mineral resources are presented as an integral part of the economy of mining. A brief description of the formation of man-made deposits and methods of extracting metals during the disposal of coal-containing waste is given as a condition for their involvement in production. The analysis of the aspects of tailings disposal and processing technologies was carried out. It is concluded that the problems of mine liquidation can be solved within the framework of the system of interaction of complex solutions. The results of the study will find application in the design of technologies for the utilization of coal-containing mining facilities, in the extraction and processing of coal, in the preparation of students and to expand the horizons of readers.

Keywords: disposal; environmental and economic problems; analysis; forecasting; technogenic deposits; carbonaceous raw materials; mastering algorithm; mining economics.

Введение

Начиная с 1991 г. горнодобывающая промышленность испытывает трудности, вызванные кризисом реформируемой экономики России. Состояние горного комплекса характеризуется спадом производства, увеличением безработицы, снижением инвестиционной активности и уровня потребления продукции на внутреннем и внешнем рынках. Большинство горных предприятий стали убыточными, возрос дефицит средств на выполнение финансовых обязательств. Отмеченные признаки в большей мере характерны для угольных предприятий Российского Донбасса [4,18,20].

С целью улучшения сложившейся ситуации усиливается внимание к проблеме использования техногенных месторождений, что может не только обеспечить экономический эффект, но и улучшить состояние окружающей среды в регионах Юга России [2,3,19].

В связи с выборочной отработкой богатых участков запасы полезных ископаемых обеднялись с переводом их в категорию забалансовых и неактивных, которые достигают в настоящее время около 50 % первоначальных.

Важность экономической оценки состояния природопользования объясняется невосполнимостью природных ресурсов, ограниченностью месторождений с благоприятными условиями отработки и их высокой капиталоемкостью.

Управление полнотой использования недр с помощью экономического механизма обеспечивается решением задач:

- обоснование экономической целесообразности разработки потерянных ресурсов;
- доказательство возможности доведения себестоимости продукции до приемлемого уровня за счет оптимизации качества и количества углей;
- минимизация убытков путем расширения производственных мощностей за счет вовлечения в процесс охранных целиков, закладки и забалансовых запасов, поскольку затраты на их разведку и подготовку уже погашены.

Экономические показатели разработки месторождений могут быть улучшены за счет эксплуатации техногенных ресурсов[5,11,17].

Прогнозирование поведения горных предприятий в рыночной экономике основано на максимальном использовании внутренних производственных ресурсов и снижении ущерба окружающей среде за счет вовлечения в эксплуатацию техногенных минеральных образований[1,8,13].

Объектами исследования являются варианты переработки хвостов обогащения углей. Целью исследований является создание технологических основ рационального использования хвостов обогащения углей для решения эколого-экономических проблем.

Методология исследования

Методика анализа перспектив использования техногенных минеральных ресурсов состоит из ряда горно-геологических, технико-технологических, экономических и маркетинговых исследований.

Исследования осуществляются комплексным методом, включающим научное обобщение и анализ литературных источников, результатов аналогичных исследований и производственного опыта, использование методов статистики и теории вероятности, математическое моделирование.

Опираясь на статистический материал разработки потерянных и некондиционных запасов, предполагается установить зависимость целесообразности добычи техногенного минерального сырья от его качества и возможность расширения масштабов добычи за счет забалансовых запасов и углесодержащей закладки.

Преимущество такого подхода состоит в комплексном подходе к технико-экономической деятельности горного предприятия и учете показателей конкурирующих вариантов. Результаты принимаемых решений рассчитываются по критерию максимума прибыли и служат основанием для построения эколого-экономической модели эффективности отработки техногенных месторождений.

Результатом исследований данного направления должна быть оценка вариантов утилизации хвостов обогащения углей и алгоритм безотходной и рентабельной утилизации хвостов обогащения углей после извлечения из них металлов.

Результаты исследования

На месте угольных месторождений за многие годы эксплуатации возникли пригодные для повторной эксплуатации техногенные месторождения (рис.1).

Процесс отработки техногенных месторождений влияет на экономику предприятия через затраты на единицу продукции данного процесса и условия осуществления смежных процессов.

Рис. 1. Алгоритм освоения техногенных месторождений

Вопросы рационального использования недр и их повторной отработки являются составной частью экономики горного производства и могут быть выделены в систему затраты – извлечение, являющейся подсистемой по отношению к системе затраты – выпуск.

Наиболее обоснованным критерием оценки использования природного ресурса в соответствии с равновесием системы затраты – извлечение является максимум извлекаемой ценности с единицы балансовых и техногенных запасов при соблюдении порядка отработки месторождений.

Донецкий угольный бассейн выдал первый уголь в 1723г. После восстановления шахт в 1945 г. Донбасс стал давать угля больше, чем другие угольные бассейны СССР. С середины 70-х годов прошлого века наметилась тенденция снижения темпов добычи угля, а в 1995-1997 гг. добыча угля на многих шахтах была прекращена.

Сформировалась проблема хранения отходов добычи и обогащения углей. Отвалы их стали характерной принадлежностью ландшафтов Донбасса. За 300 лет добычи углей сформировано до 1300 терриконов общим объемом 1000000 тыс. м³ на 5500 га земель.

Месторождения металлосодержащих углей локализованы, преимущественно, в перспективных для развития угольной отрасли Старобельско-Миллеровском и Новомосковском угленосных районах Донецкого бассейна.

Негативная экологическая нагрузка на окружающую среду складывается из составляющих:

- отвлечение земли от полезного использования;
- изменение бонитета почв;
- загрязнение гидросистем металлами.

После извлечения угля на дневную поверхность развиваются процессы перехода металлов в растворимые соединения, в первую очередь, железа. Растворение минералов ускоряется, благодаря их совместному окислению.

Хвосты обогащения углей, не содержащие металлы, пригодны для изготовления строительного кирпича, керамических изделий, стенового материала, бетонных заполнителей и других целей. Наиболее перспективны горелые породы, содержащие менее 5% количество углистых примесей и обожженные глинисто-песчаные минералы. Горелые породы используются в качестве заполнителей в бетонах, которые после автоклавной обработки приобретают прочность до 30 МПа.

Наиболее сильно изменены аргиллиты, с содержанием Fe_2O_3 до 70%. Хвосты обогащения с глиноземом Al_2O_3 пригодны для выплавки алюминия. Отвалы шахт им. Горького, №8 «Ветка», «Красногвардейская» (26-27 %) идентифицированы, как техногенные месторождения глинозема.

Горелые породы с примесью угля не могут быть использованы ни для производства безобжиговых строительных материалов, ни в качестве заполнителей в бетонах, так как содержат компоненты, которые изменяют объем при взаимодействии с кислородом воздуха и водой.

Хвосты обогащения углей как сырье, содержащее ценные металлы, можно проиллюстрировать следующими примерами.

Кларки Ge, Hg, Cr, Cu, Cs, Pb, Se составляют 1,47-30, Hg, Cr, Th, Pb, Ce, Zn -1,27-6,5, Sb, Sn, Ba, Pb, Cu, Se -10-150. В хвостах обогатительных фабрик Колосниковская, Советская зафиксировано до 30 г/т скандия, до 30 г/т иттрия, до 45 г/т галлия. Золото содержат отходы угледобычи шахты Кировская-Западная и Колосниковская. До 50 г/т германия содержат золошлаки Углегорской ГРЭС.

Техногенные месторождения отходов угледобычи пригодны для обработки инновационными технологиями переработки, что позволит решать проблемы улучшения экологической обстановки и экономики предприятий.

История Донбасса свидетельствует о неэффективности процессов рекультивации. В экономическом плане захоронение и нецелевая утилизация хвостов обогащения чреваты потерей содержащихся в отвалах металлов, в первую очередь, цветных, благородных и редкоземельных.

Тонна угля Донецкого бассейна содержит до, г: 462 иттрия, 595 рубидия, 287 серебра, 177 тантала, 156 гафния, 103 тербия, 86 лютеция, 27 золота и т.д. В донецких углях содержится, драгоценных металлов на сумму, в 20 раз превышающую стоимость проданных углей.

Экономической оценке природных ресурсов посвящены многие работы, которые объединяет идея использования в качестве ценных компонентов отходов минерального производства.

Примерно 80% угля Донбасса направляется на производство энергии, до 20% используется металлургической промышленностью. Отходы добычи и обогащения угля используются в народном хозяйстве, в том числе:

- получение жидких продуктов методом гидрогенизации под давлением до 600 МПа;
- выделение гуминовых кислот– стимуляторов роста растений;
- выделение адсорбентов с регулируемой пористостью для очистки крови, сточных вод, выделения металлов из растворов, получения чистого азота и др.;
- производство активных углей для очистки воды и выделения металлов, горного воска для точного литья и добавки к пластификаторам, лакам, краскам и кремам;
- производство углепластиков, герметиков, эпоксидных углепластиков, быстросыхающей мастики, сажи, углеграфитовых материалов для получения металлов, полупроводниковых материалов, абразивных и огнеупорных материалов, пористых заменителей– аглопоритов и строительной керамики;
- использование для планировки территорий, подсыпки дорог, производства строительной керамики, изготовления стеновых материалов и легких пористых заполнителей, изготовления добавок в бетонные смеси, внесения в почву, в качестве закладочных материалов и т.п.

На территории Ростовской области ежегодно образуется до 8 млн. тонн твердых промышленных отходов, половину которых составляют хвосты обогащения углей. Из 450 отвалов 340 сложено горелыми породами.

Исследования хвостов обогащения углей обнаруживают их высокую промышленную ценность из-за содержания в них ценных компонент. Содержание черных металлов в хвостах обогащения угля изменяется в большем диапазоне, чем цветных (рис. 2).

Возможности технологий обогащения угля ограничены использованием только одной механической энергии и могут быть повышены путем привлечения операций гидрометаллургической и химической переработки за счет использования иных видов энергии.

Технологии основаны на удалении примесей и шлаков водой, например, с противоточным гравитационным сепаратором в замкнутом водно-шламовом цикле.

Рис. 2. Содержание металлов в хвостах обогащения углей

Обогащение угля включает в себя измельчение с помощью гидромолотов, дробилок и мельниц [6]. При пневматическом обогащении угля воздухом под давлением уголь продувают, удаляя влагу и выделяя уголь с малой плотностью.

Перспективна технология флотации с применением реагентов: газойль лёгкий каталитического крекинга и коксования, и топливо печное бытовое; кубовые остатки бутиловых спиртов этилгексанола.

Инновационные технологические решения по извлечению металлов относятся к процессам гидрометаллургии, выщелачивания углей и отходов их обогащения и сжигания [7, 9, 14].

Считается эффективной переработка в автоклавной установке с извлечением металлов без использования химических реагентов и сокращением времени выщелачивания. Этот способ требует финансовых вложений, поэтому не находит промышленной реализации. Перспективно развитие технологий, сочетающих возможности химического обогащения и механической активации.

Безотходная и рентабельная рекультивация хранилищ хвостов обогащения углей зависит от успеха создания новых технологий с получением товарной продукции.

Известные варианты реагентного выщелачивания металлов из хвостов обогащения углей пока еще не обеспечивают удовлетворительных результатов, так как часть металлов заключена в не разлагаемые кислотой матрицы.

Опыт ликвидации нерентабельных шахт Донбасса не привел к улучшению состояния воды, земли и воздуха. Наиболее пострадали земельные ресурсы вследствие подтопления, провалов и оседания земной поверхно-

сти и деградации земель. Активизировались процессы загрязнения, засоления и заболачивания земель хвостами углеобогащения ликвидируемых шахт. Вокруг шахт сложилась комплексная аномальная зона повышенной концентрации тяжелых металлов.

Рекультивация осуществляется на территории горных отводов примерно трети ликвидируемых шахт, при том, что негативные последствия остановки производства проявляются на территории около 150 шахт на территории Ростовской области.

Исследования проблем депрессивных предприятий угледобычи является шагом к рациональному недропользованию, как альтернатива господствующей концепции получения максимальной прибыли путем выборочной отработки запасов [10,12,15].

Заключение

Опыт эксплуатации угольных месторождений Донбасса позволяет утверждать, что проблемы ликвидации шахт могут быть решены только в рамках единой системы взаимодействия управленческих, научных, проектных и производственных решений.

Причиной неэффективности рекультивационных работ является неиспользование самокупаемости затрат на рекультивацию за счет реализации попутно создаваемых товаров. Рентабельность переработки повышается при извлечении дорогостоящих редких, редкоземельных и благородных металлов.

Экономическим и экологическим концептом использования техногенных ресурсов является их вовлечение в хозяйственный оборот с получением прибыли за счет реализации товарной продукции в виде металлов сырья для смежных производств.

Литература

1. Burdzieva, O.G., Zaalishvili, V.B., Beriev, O.G., Kanukov, A.S., Maysuradze, M.V. Mining impact on environment on the North Ossetian territory // International Journal of GEOMATE. – 2016. – №10 (1). – pp. 1693-1697.
2. Абрамкин Н.И., Абрамкина А.Н., Ващенко К.С. Основные аспекты использования байесовского подхода при мониторинге технологических систем угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 7. – С. 5-10.
3. Воробьев С.А., Качурин Н.М. Зарубежный опыт исследования проблем комплексного освоения угольных месторождений подземным способом // Горный журнал. – 2016. – № 5. – С. 78-85.
4. Голик В.И., Ермоленко А.А., Лазовский В.Ф. Организационно-экономические проблемы использования природных ресурсов Южного федерального округа. – Краснодар:ЮИМ, 2008. –323 с.
5. Голик В.И., Комащенко В.И., Страданченко С.Г., Масленников С.А. Повышение полноты использования недр путем глубокой утилизации отходов обогащения угля // Горный журнал. – 2012. – № 9. – С. 91-95.

6. Дмитрак Ю.В., Вержанский А.П. Тенденции применения оборудования для тонкого измельчения горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2000. – № 6. – С. 184-188.
7. Дмитрак Ю.В., Габараев О.З., Разоренов Ю.И., Стась Г.В. К проблеме выщелачивания металлов из некондиционного сырья // Вектор ГеоНаук. – 2019. – Т. 2. – № 3. – С. 32-39.
8. Земсков А.Н., Лискова М.Ю., Смирнова Е.В. Анализ условий труда горнорабочих и мероприятия по нормализации пылевого и газового состава атмосферы шахт и рудников // Известия Тульского государственного университета. – Науки о Земле. – 2017. – № 2. – С. 58-68
9. Каплунов Д.Р., Мельник В.В., Рыльникова М.В. Комплексное освоение недр // Тула: Тульский государственный университет. – 2016. – 333 с.
10. Ключев Р.В., Босиков И.И., Майер А. В., Гаврина О.А. Комплексный анализ применения эффективных технологий для повышения устойчивого развития природно-технической системы // Устойчивое развитие горных территорий. – 2020. – № 2. – С. 283-290.
11. Комащенко В.И., Разоренов Ю.И. О проблеме комплексного использования отходов добычи и хвостов обогащения // в сборнике: Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 41-44.
12. Ляшенко В.И. Природоохранные технологии освоения сложноструктурных месторождений полезных ископаемых // Маркшейдерский вестник. – 2015. – № 1. – С. 10-15.
13. Молев М.Д., Занина И.А., Илиев А.Г., Чертов Ю.Е. Оценка риска для населения Ростовской области при ликвидации бесперспективных угольных шахт // AbstractSalvensis. – 2017. – Т. 2017. – С. 139-150.
14. Повышение экономической эффективности горнодобывающих предприятий за счет вовлечения в эксплуатацию техногенных георесурсов / Гавришев С.Е., Корнилов С.Н., Пыталев И.А., Гапонова И.В. // Горный журнал. – 2017. – № 12. – С. 46-51.
15. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Осинцев Н.А. Концепция устойчивого функционирования и развития горнотехнических систем в переходные периоды // Известия Тульского государственного университета: Науки о Земле. – 2019. – № 3. – С. 145-160.
16. Пространственно-временные задачи геоэкологии – междисциплинарный подход / В.С. Бригида, Х.Х. Кожиев, А.А. Сарян, А.К. Джиеова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 4. – С. 20–32.
17. Разоренов Ю.И., Белодедов А.А., Шмаленюк С.А., Копач С.Н. Технология отработки тонких и средней мощности угольных пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 3. – С. 42-46.
18. Разоренов Ю.И., Голик В.И., Куликов М.М. Экономика и менеджмент горной промышленности. – Новочеркасск, 2010. – 251 с.
19. Разоренова Е.Ю., Бабкин А.В. Предложения по расширению минерально-сырьевой базы угледобывающих предприятий // В сб.: Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. – Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. В 3-х частях. – 2019. – С. 687-690.
20. Шульгатый Л.П., Разоренов Ю.И., Дзеранов Б.В., Дзапаров В.Х. Экономико-технологические проблемы горных отраслей регионов юга России // В сб.: Социально-экономические проблемы развития южного макрорегиона / Сборник научных трудов. – Краснодар, 2017. – С. 155-163.

Поступила в редакцию

16.06.2021

Разоренова Екатерина Юрьевна – аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия.

Razorenova Ekaterina Yu. – postgraduate student of St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia.

Россия, 194064, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

29, Polytechnic str., St. Petersburg, 194064, Russia

e-mail: krazoryonova@mail.ru