

УДК 504.064.47

ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ УГЛЕПЕРЕРАБОТКИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

К.О. Белоусова, студент гр. ХНби-221, III курс
А.А. Мальцева, студент гр. ХНби-221, III курс
Научный руководитель: Н.А. Золотухина, к.х.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время сектор минерально-сырьевого комплекса по добыче и переработке полезных ископаемых является одним из самых прибыльных отраслей промышленности, развитие которого во многих странах мира, в том числе и в России, относится к числу приоритетных общенациональных направлений. Россия является одной из ведущих стран по запасам природных ресурсов и ее добыче: газа, нефти, меди, железных руд и угля. Последний представляет собой источник тепловой и электрической энергии, без которого современное производство малоэффективно. Промышленное освоение добычи угля, несмотря на обеспечение социально-экономической устойчивости страны, негативно сказывается на состоянии окружающей среды [1, 2, 3, 4].

Кемеровская область – стратегически важный регион России с огромными запасами сырья и уникальными по составу и качеству природными ресурсами, главным из которых является уголь. Благодаря географической особенности, его относят к промышленным регионам с преимущественно развитым сырьевым и топливно-энергетическим комплексами. Кузбасский угольный бассейн, в честь которого Кемеровская область имеет второе название – Кузбасс, является одним из крупнейших в мире по месторождению угольного сырья, запасы которого насчитывают до глубины 1800 м, что составляет более 733 млрд. т. В связи с этим на территории Кемеровской области организован целый комплекс по добыче и переработке энергетического вида сырья. Тем не менее, наряду с экономическим вкладом, перед угледобывающим регионом стоят проблемы экологического характера: химическое загрязнение окружающей среды (выбросы токсичных примесей в атмосферу); истощение природных ресурсов, что может привести к нарушению земной поверхности и изменению условий обитания для всех живых организмов [5, 6, 7].

При разработке и добыче полезных ископаемых вместе с целевым компонентом извлекается значительное количество пустой породы – балласта, который не несет за собой производственной ценности, а напротив, повышает энергетическую и экономическую нагрузку угледобывающих предприятий. Поэтому добытое сырье отправляют на переработку, получая продукт с высоким содержанием основного компонента – концентрата, однако, помимо

целевого продукта образуются также и отходы углеобогащения, вопрос утилизации которых является актуальной задачей на сегодняшний день.

В связи с климатическими особенностями, Кузбасс, как и значительная часть России, располагается в зоне, где предполагается продолжительный отопительный период с высокими расходами на топливо. В результате деятельности теплоэлектростанций (ТЭС) и местных котельных, помимо получения тепловой энергии путем сжигания угля для отопления населения в холодный период, образуется огромное количество золошлаковых отходов. Так на территории Кемеровской области отвалы золошлаков занимают площадь более 1125 га. А ежегодно ТЭС в России вырабатывают около 50 млн тонн золы и шлака, а уровень утилизации составляет около 10 % [1, 8].

В связи с проблемами истощения природных ресурсов и накопления отходов углеобогащения и золошлаков, содержание которых требует немалых средств, для уменьшения как экологической, так и экономической нагрузки, всё активнее проводятся исследования по их переработке. Так, например, разработка проектов по поиску альтернативных источников ценных компонентов путем переработки отходов, содержащие в своем составе редкоземельные элементы (РЗЭ) (лантан, церий, ниобий, иттрий и другие) стратегически важны в современном мире, они могут помочь решить территориальную проблему золошлаковых отвалов [6, 9, 10].

На долю РЗЭ приходится около 0,01 масс. % всех элементов, содержащихся в земной коре, обладающими уникальными магнитными, каталитическими свойствами, благодаря которым они востребованы во многих областях деятельности человека, начиная от медицины, электроники, без которых современные телефоны и компьютеры не смогут обойтись и заканчивая космической отраслью, например, ракетостроение, и приборов по изучению дальних глубин космоса. Потребление РЗЭ растет с каждым годом, так за 2020 год спрос на ценные компоненты возросло до 240 тыс. т, и с каждым годом данный показатель увеличивается на 5 % [10, 11].

Главными потребителями ценных компонентов элементов являются Китай, Япония и Южная Америка, США. На 2016 год большая часть мирового производства РЗЭ пришлось на Китай и составило 85 %. В России, обладающей одним из крупнейших в мире залежами ценных компонентов (15 %), около 18 млн т (в пересчете на оксиды), спрос на редкие элементы не высок и составляет около 2 тыс. т в год. Такое маленькое потребление связано в первую очередь с отставанием ряда отраслей промышленности России от мирового уровня; достаточно большого разброса процентного содержания РЗЭ в полезных ископаемых и в бедных комплексных рудах, в которых редкие элементы являются попутными компонентами и имеют низкое содержание 0,32 % (в пересчете на оксиды) против 5 % в зарубежных месторождениях [10].

В настоящее время опубликовано много работ как отечественных, так и зарубежных исследователей, посвященных различным способам извлечения РЗЭ и условиям проведения испытаний, направленных на достижение

максимального эффекта при минимальном воздействии на окружающую среду [10, 12, 13, 14].

Одним из активно исследуемых методов является перколяционное (кучное) выщелачивание, который показал эффективность извлечения РЗЭ, в частности лантана, из отходов углеобогащения.

Перколяционное (кучное) выщелачивание – это процесс извлечения ценных компонентов путем просачивания раствора через слой твердого пористого материала, применяемого в основном для обедненных руд. Данный способ имеет достоинства, такие как устойчивость технологического режима и эффективность переработки сырья [15].

В работах [16, 17] описаны условия и результаты проведения кучного выщелачивания отходов углеобогащения с применением раствора серной кислоты (H_2SO_4), а также представлены зависимости перевода лантана в фильтратную часть из заранее подготовленных модельных образцов (гранул отходов углеобогащения с содержанием оксида лантана 0,1 %) от концентрации выщелачивающего агента – раствора H_2SO_4 , скорости ее подачи и соотношения твердой и жидкой фазы.

Экспериментальные данные продемонстрировали, что эффективность извлечения РЗЭ возрастает с увеличением объема, концентрации серной кислоты и скорости ее подачи на гранулы. Максимальный выход лантана достигается через 6-9 ч после начала процесса выщелачивания.

Результаты исследования продемонстрировали, что метод перколяционного выщелачивания может стать эффективным способом для извлечения не только РЗЭ, но и других ценных компонентов, что открывает новые возможности применения вторичных ресурсов. Данный подход позволит уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и оптимизировать использование природных ресурсов, что крайне важно в условиях их истощения. Таким образом, развитие технологий переработки отходов имеет потенциал для создания устойчивой экономики и улучшения экологической ситуации в стране.

Список литературы:

1. Коваль, Т.В. Использование отходов ТЭЦ ПАО «Иркутскэнерго» / Т. В. Коваль, А. К. Абдульменова // Молодежный вестник ИрГТУ. — 2020. — № 1. — С. 126-130.
2. Журавлева, Н.В. Вопросы контроля концентраций углеродсодержащей пыли в атмосферном воздухе при добыче и переработке угля / Н. В. Журавлева, Р. Хабибулина [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2020. — № 3 (139). — С. 33-44.
3. Наумов, И.В. Исследование межрегиональных взаимосвязей в процессах развития минерально-сырьевого комплекса российской федерации / И. В. Наумов, С. С. Красных // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — 2019. — № 8. — С. 108-124.

4. Михайлов, В.Г. Обзор современных направлений обеспечения геоэкологической безопасности / В. Г. Михайлов, V. G. Mikhailov // Техника и технология горного дела. — 2023. — № 1 (20). — С. 71-97.

5. Шилова, А. Э. Продовольственное обеспечение региона и конкурентоспособность АПК (на примере Кемеровской области) : монография / А. Э. Шилова, Э. М. Лубкова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 111 с.

6. Абдрахимов, В.З. Исследование регрессивным методом анализа влияния шлака от выплавки ферросплавов на физико-механические показатели керамического кирпича / В. З. Абдрахимов, Л. Е. Хабибуллина, Д. В. Абдрахимов // Эксперт: теория и практика. — 2020. — № 6. — С. 48-59.

7. Денисов, В. В. Основы природопользования и энергоресурсосбережения : учебное пособие / В. В. Денисов, И. А. Денисова, Т. И. Дрововозова, А. П. Москаленко ; под редакцией В. В. Денисова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с.

8. Черкасова, Т.Г. Определение промышленно значимых кондиций редких элементов в золошлаковых отходах кузбасса / Т. Г. Черкасова, И. В. Исакова [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2021. — № 5 (147). — С. 37-44.

9. Gjergj Dodbiba, Toyohisa Fujita. Trends in Extraction of Rare Earth Elements from Coal Ashes: A Review. Recycling. — 2023. - № 8(1). — p. 17.

10. Черкасова, Т.Г. Анализ отходов угледобычи, углепереработки и углеобогащения месторождений кузнецкого угольного бассейна / Т. Г. Черкасова, Е. В. Черкасова [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2022. — № 6 (154). — С. 59-66.

11. Цыганкова, М. В. Технология редкоземельных элементов и материалов на их основе : учебное пособие / М. В. Цыганкова, Е. Е. Никишина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023 — Часть 1 — 2023. — 98 с.

12. Abhilash Abhilash, Sabrina Hedrich, Pratima Meshram, et. al. Extraction of REEs from Blast Furnace Slag by Gluconobacter oxydans. Minerals. — 2022. — № 12(6) — p. 9.

13. Ngo Tra Mai , Trinh Thi Tham, Hang Nguyen Thi Thuy, et al. Residual, sequential extraction, and ecological risk assessment of some metals in ash from municipal solid waste incineration, Vietnam. Green Processing and Synthesis. — 2024. — № 13. — p. 14.

14. Бушумов, С. А. Экологически безопасный сорбент из золошлаковых отходов теплоэнергетики / С. А. Бушумов, Т. Г. Короткова // Тонкие химические технологии. — 2023. — № 5. — С. 446-460.

15. Костромина, И. В. Основы обогащения полезных ископаемых : учебное пособие / И. В. Костромина. — Чита : ЗабГУ, 2022. — 168 с.

16. Гиниятуллина, Ю. Р. Изучение процесса перколяционного выщелачивания ценных компонентов из отходов углеобогащения при различных условиях / Ю.Р. Гиниятуллина, И.В. Исакова, Т.Г. Черкасова и др. // Уголь. — 2024. — № 9. — С. 37-41.

17. Черкасова, Т. Г. Перколяционное выщелачивание гранул образцов АО ЦОФ «Березовская» 0,05 М раствором серной кислоты / Т.Г. Черкасова, Н.А. Золотухина, Д.А. Баранцев и др. // Уголь. – 2024. – № 8. – С. 71-75.