

УДК 123

КОМПЛЕКСНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Головачев А.А. студент группы ХНм-201, I курс
Научный руководитель: Черкасова Т.Г., д.х.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Введение

Золошлаковые материалы (ЗШМ) являются очень распространенным видом вторичного сырья в Кемеровской области.

Каменный уголь является важнейшим сырьем в энергетической промышленности Кузбасса. После его сжигания образуется огромное количество золошлаковых материалов. На сегодняшний день подавляющее количество этих материалов подлежит хранению в отвалах и на полигонах и не находят полезного применения, нанося экологический ущерб. К числу основных факторов относят запыление окружающего воздуха, сокращение площадей потенциально пригодных для хозяйственного пользования территорий, загрязнение почвы и подземных вод вымываемыми из отвалов тяжелыми металлами.

Химический и компонентный состав ЗШМ весьма многообразен. Ценность для промышленности представляют практически все присутствующие там элементы – начиная от макрокомпонентов – железа и алюминия – и заканчивая микрокомпонентами – галлием, германием и редкоземельными элементами (РЗЭ). Наиболее ценными являются редкие и редкоземельные элементы. Самыми распространенными из них являются иттрий, лантан и церий [1].

Данные элементы имеют широкую область применения в наукоемких отраслях промышленности. Производство покрытий для солнечных батарей обеспечивается за счет индия, галлия, теллура; неодим, диспрозий, празеодим обеспечивают производство магнитов для ветрогенераторов. В производство популярных на сегодняшний день гибридных автомобилей вовлекается целый ряд элементов, таких как литий (аккумуляторы), лантан и следующие за ним РЗМ (катализаторы топлива, микросхемы, чипы и датчики). Из соединений циркония, иттрия, стронция и лантаноидов производят конструкционную керамику, топливные элементы и высокотемпературные сверхпроводники. Германий применяется для производства оптоволокна и светодиодов, линз в инфракрасных камерах и спектро스코пах, сверхпроводников, электрических чипов, транзисторов и микросхем [2].

Разработка технологии извлечения редких и редкоземельных элементов из золошлаковых материалов поможет решить проблему переработки и утилизации, а также обеспечит предприятия дешевыми ресурсами.

Основная часть

В работе 2020 года для получения концентрата редких и редкоземельных элементов было использовано два метода, применяемых в промышленности для обогащения различных отходов химической, горной и угольной промышленности.

Первый метод основан на последовательном осаждении посторонних компонентов из полученной в ходе растворения золы вытяжки и выделения смеси осажденных оксалатов редких и редкоземельных металлов [3]. Второй метод основан на обогащении золы методом ионной флотации [4]. В результате проделанной работы методом последовательного осаждения было получено из 1000 г золы 5,494 г осадка белого цвета. Методом ионной флотации из 500 г золы уноса получено 0,690 г флотационного концентрата темно-серого цвета.

В таблицах 1, 2 и 3 представлены результаты анализов исходной золы и полученных концентратов.

Таблица 1.

Образец угольной золы Кемеровской ГРЭС

Прямой анализ – лазерный пробоотбор		Анализ экстракта	
Название	Содержание, %	Название	Содержание, %
SiO ₂	63,5±0,1	Sr	1,1·10 ⁻¹
TiO ₂	0,64±0,03	Zr	2,3·10 ⁻⁴
Al ₂ O ₃	23,5±0,1	Nb	7,0·10 ⁻⁴
Fe ₂ O ₃	3,3±0,6	Ga	9,0·10 ⁻⁴
MnO	0,018±0,001	Y	1,4·10 ⁻³
CaO	5,3±0,3	Mo	8,7·10 ⁻⁴
MgO	0,86±0,08	Au	1,2·10 ⁻⁴
Na ₂ O	0,97±0,06	Ag	–
K ₂ O	1,1±0,1	Eu	6,8·10 ⁻⁵
P ₂ O ₅	0,29±0,06	La	1,9·10 ⁻³
BaO	0,28±0,06	Pr	7,0·10 ⁻⁴
		Nd	1,5·10 ⁻⁴
		V	5,3·10 ⁻³

Таблица 2.

Химический состав концентрата, полученного методом химического выщелачивания

Элементарный компонент образца	Массовая доля, %
Ca	33,125
Al	14,133

Ce	0,431
Sr	0,430
Si	0,408
Fe	0,396
La	0,202
Zn	0,187
Mn	0,156
S	0,128
X (баланс)	50,404

Таблица 3.

Химический состав продуктов ионной флотации

Прямой анализ – лазерный пробоотбор		Анализ экстракта	
Название	Содержание, %	Название	Содержание, %
SiO ₂	58,8±0,4	Sr	8,0·10 ⁻²
TiO ₂	0,67±0,02	Zr	2,5·10 ⁻³
Al ₂ O ₃	24,2±0,7	Nb	3,4·10 ⁻³
Fe ₂ O ₃	2,5±0,2	Ga	5,0·10 ⁻⁴
MnO	0,025±0,005	Y	2,0·10 ⁻³
CaO	6,8±0,4	Mo	1,7·10 ⁻³
MgO	1,1±0,1	Au	–
Na ₂ O	1,4±0,1	Ag	–
K ₂ O	1,5±0,1	Eu	2,0·10 ⁻³
P ₂ O ₅	2,2±0,1	La	8,0·10 ⁻³
BaO	0,074±0,008	Pr	3,0·10 ⁻³
		Nd	5,0·10 ⁻³
		V	1,5·10 ⁻²

Выход редкоземельных элементов в полученных концентратах достаточно низок, несмотря на повышенное по сравнению с исходной золой содержание.

Для максимально эффективного выделения редких элементов необходимо осуществлять комплексное разделение компонентов.

Золошлаковые материалы разделяются на две основные фракции: легкую золу уноса и тяжелые шлаки. Также ЗШМ содержат недожог – негоревшие частицы угля, обладающие потенциалом к повторному использованию в качестве топлива, алюмосиликатные полые микросферы, находящие применение в строительных материалах, магнитная фракция, состоящая из частиц оксидов железа и пригодная к использованию в металлургии.

Магнитная фракция легко удаляется с помощью электромагнитной сепарации. Удаление недожога эффективно с помощью флотации измельченных ЗШМ. Аллюмосиликатные микросферы можно собрать с

помощью воды: за счет низкой плотности микросферы будут всплывать на поверхности воды, после чего их механически собирают и высушивают. [5]

С целью определения эффективности вышеописанных способов разделения компонентов ЗШМ были проведены работы по флотации золошлаковых материалов.

Для проведения эксперимента было взято 150 г измельченных ЗШМ, 448,39 г воды, 1,5 г керосина в качестве собирателя и 0,11 г соснового масла в качестве вспенивателя. В результате флотации образовывалась устойчивая пена черно-серого цвета. Темный цвет пены свидетельствует о наличии значительного количества частиц несгоревшего угля в ней.

Заключение

В результате проведенной работы были изучены методы разделения компонентов твердых отходов, с целью получения различных фракций золошлаковых материалов.

Список литературы

1. Арбузов С.И. Геохимия редких элементов в углях Центральной Сибири. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Томск, 2005.

2. Химия редких элементов. Редкоземельные элементы. Лантаноиды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/SHARED/a/AMELINA/Tab3/Tab/Тема%203.%20РЗЭ.pdf> – (Дата обращения: 12.03.2021).

3. Аймбетова И.О. Как извлечь редкоземельные металлы из техногенных растворов урановой промышленности. – Шымкент, 2014.

4. Джевага Н.В. Термодинамическое описание извлечения и разделения редкоземельных элементов методами ионной флотации и экстракции в виде додецилсульфатов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. – Санкт-Петербург, 2011.

5. Таскин А.В. Химико-технологические решения комплексной переработки золошлаковых отходов промышленности. – Владивосток, 2018.