

Русанов И. Ф.
к.т.н., доцент,
Куберский С. В.
к.т.н., профессор,
Проценко М. Ю.
к.т.н., доцент

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР,

Русанов А. Р.

магистрант

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, РФ

ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Тепловые электростанции (ТЭС и ТЭЦ) несут основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в единой энергетической системе России. При их общей мощности равной 167 тыс. МВт (без учета мощностей электростанций Донбасса) они генерируют около 50 % от общего количества вырабатываемой электроэнергии. Основная масса тепловых электростанций работают на природном газе.

В народных республиках Донбасса вся электроэнергия вырабатывается тепловыми электростанциями, работающими на местных энергетических углях марок ГСШ АШ, Т и Г. Их общая установленная мощность 10,7 МВт. Удельный расход условного топлива (топлива при сгорании 1 кг которого выделяется 29,3 МДж тепла) при отпуске электрической энергии с учетом комбинированного производства электрической и тепловой энергии составляет около 300 г у. т./кВт·ч. Теплота сгорания используемых улей находится в пределах от 22 до 27 МДж/кг, и поэтому фактический расход топлива составляет 325–400 г у. т./кВт·ч.

Среднее содержание золы в пересчете на сухую массу в энергетических углях Донбасса составляет 11–23 %. Основными компонентами химического состава золы (табл. 1) являются оксиды SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO с незначительными примесями MgO, TiO₂, P₂O₅ оксидов щелочных металлов Na₂O и K₂O, и серы.

Кроме основных компонентов в небольшом количестве в золе содержится ряд элементов [1], кварки которых позволяют рассматривать их в качестве подлежащих извлечению (табл. 2).

При годовой выработке ТЭС республик 25 млрд кВт·ч. электроэнергии образуется около 1,5 млн т золы. При низкой степени использования золы она накапливается в шламонакопителях, терриконах и отвалах в значительном количестве. К примеру, по данным, приведенным в работе [1], на Украине при очень низкой доле используемой золы ТЭС (всего порядка 1 %) накоплено более 370 млн т золошлаковых отходов, которые занимают площадь около 3170 га.

В отличие от Украины, во многих странах переработке и утилизации образованных отходов топливно-энергетического комплекса уделяется повышенное внимание. В России используется около 50 %, в США около 20 %, в Великобритании — 60 %, в Германии — 72 %, в Финляндии — 84 %, а в Японии — практически 100 % образующихся золошлаковых отходов.

Таблица 1 — Содержание основных компонентов в золе

Компонент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S
Содержание, %	50–58	18–25	11–17	1,5–3,7	1,7–3,1	0,9–1,1	0,5–1,35	2,3–4,1	0,1–1,7	0,6–0,5

Таблица 2 — Содержание в золе компонентов подлежащих извлечению

Элемент	Pb	Cu	V	Mn	Cr	Li	Zn
Содержание, мг/кг	38,8–497,5	21,3–63,7	133–241,7	371–987	112,1–159,2	53,9–109,4	100–121,7
Кварк	20	57	130	650	100	6	80

Главным образом золошлаковые отходы тепловых электростанций используются в качестве строительных материалов для производства цемента, бетона, строительной керамики, теплоизоляционных материалов [2]. Кроме того, они являются универсальным материалом для дорожного строительства, перспективным материалом при приготовлении смесей для заполнения земляных выработок. Их можно также использовать в качестве дешевых сорбентов паров азотной кислоты, для очистки сточных и поверхностных вод от нефти и нефтепродуктов.

Так как золошлаковые отходы содержат большое количество ценных компонентов, их переработка позволяет получить различные виды товарной продукции на основе железа, алюминия, титана и других элементов.

Одним из способов извлечения ценных компонентов из золошлаковых отходов может быть их дуговое глубинное восстановление (ДГВ) непосредственно в железоуглеродистые расплавы для реализации процессов раскисления-легирования [3]. В работе [4] показана эффективность такого способа для извлечения кремния из песка. Учитывая достаточно большое содержание кремнезема в золе использование процесса ДГВ для извлечения кремния может быть достаточно эффективным. Частичное восстановление кремния из золы позволит получить шлак близкий по составу к бокситу, который может успешно использоваться для разжижения высокоосновных металлургических шлаков.

Перспективным методом переработки золы ТЭС, по нашему мнению, является метод, основанный на металлотермическом восстановлении алюминием.

Как известно, при металлотермическом восстановлении образуется три фазы: жидкая, твердая и газообразная. Распределения соединений и восстановленных элементов определяется термодинамикой процесса, их свойствами и тепловым уровнем процесса. Поэтому для разработки метода необходимо проведение тщательных исследований. В зависимости от распределения соединений и элементов между фазами целесообразно разрабатывать способы извлечения ценных компонентов.

В тоже время, учитывая химический состав золы несомненно, что в результате металлотермического восстановления основными продуктами будут ферросилиций марки ФС75 и оксид алюминия. Последний, может использоваться как сырье для получения алюминия.

Список литературы

1. Касимов, А. М. Исследование процессов миграции ионов тяжелых и редких металлов в почвах в зоне размещения накопителей золошлаков угольных ТЭС / А. М. Касимов, И. В. Удалов // Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. Серия : Геология. География. Экология. — 2015. — № 43. — С. 189–200.
2. Использование золошлаковых отходов тепловых электростанций / Л. И. Худякова, А. В. Залуцкий, П. Л. Палеев // XXI век. Техносферная безопасность. — 2019. — С. 375–391.
3. Электродуговая и электромагнитная обработка расплавов : монография / А. Н. Смирнов и др. — Алчевск : ДонГТУ, 2013. — 320 с.
4. Использование метода дугового глубинного восстановления для извлечения кремния из песка в железоуглеродистые расплавы / С. В. Куберский, М. Ю. Проценко, М. И. Воронько, И. А. Белан // Сб. науч. трудов ДонГТУ. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2019. — Вып. 14 (57). — С. 37–45.