

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА КРЕМНИЯ**

Д.А. Муханов

Научный руководитель – доцент Д.А. Горлушко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сегодня энергетика наносит существенный вред окружающей среде. Различные типы электростанций – неотъемлемая часть современной энергетики. В России к настоящему времени насчитывается 172 крупные угольные электростанции. На них сжигается в год около 123 млн т твердого топлива. Годовой выход золошлаковых отходов (ЗШО) в России составляет 30 млн т. В золоотвалах накоплено примерно 1,8 млрд т ЗШО. Несмотря на очевидную рентабельность от использования, всего 10% ЗШО идет в производство [1].

Целью работы явилось исследование свойств ЗШО для дальнейшего получения из них оксида кремния.

Классификация топливных отходов от сжигания твердого топлива по M_o – модулю основности, выраженного отношением $(CaO + MgO) / (SiO_2 + Al_2O_3)$ [2]:

- Активные ($M_o = 0,5-2,8$);
- Скрыто активные ($M_o =$ не более 0,5);
- Инертные ($M_o < 0,1$).

Объектом исследования явилось ЗШО Северской ТЭЦ.

1. С помощью растрового электронного микроскопа JSM – 6000 получены микроснимки ЗШО. Исследование проводилось при следующих параметрах: напряжение – 15 кВ; ток – 1 нА. Размер частиц определен с помощью микрометра, встроенного в микроскоп. Форма частиц определена исходя из полученного микроснимка. В ходе исследования были получены следующие характеристики ЗШО (рис. 1):

Размер частиц: 3,01 – 84,0 мкм.

Форма частиц: пласти, сферы.

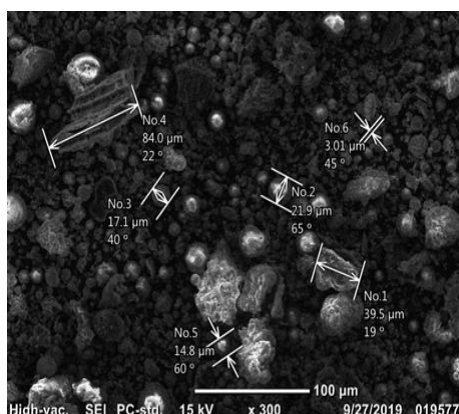


Рис. 1. Электронный микроснимок золы Северской ТЭЦ

2. Определен химический состав ЗШО методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией. Прибор для проведения анализа: ДРОН ЗМ; скорость сканирования – 4 град./мин.; угол скольжения пучка рентгеновских лучей – 2Θ. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав ЗШО Северской ТЭЦ

Сырье	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
зола	59,33	20,37	4,83	2,31	1,45	2,44	0,56

Исходя из химического состава ЗШО (таблица 1) были сделаны следующие выводы:

$M_o = 0,04 < 0,1$ – ЗШО кислый, низкокальциевый, инертен. Обладает пуццолановыми свойствами.

3. С помощью рентгенофазового анализа была построена рентгеновская дифрактограмма ЗШО (рис. 2).

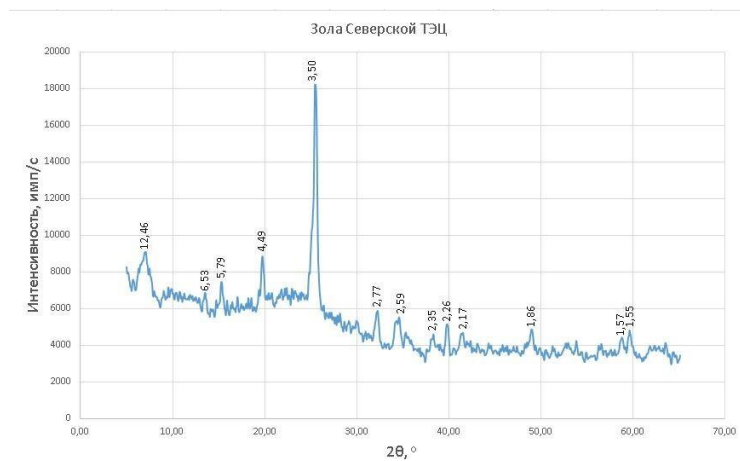


Рис. 2. Рентгеновская дифрактограмма золы *Северской ТЭЦ*

Прибор для проведения анализа: ДРОН 3М; скорость сканирования – 4град./мин; угол скольжения пучка рентгеновских лучей – 2θ град. По дифрактограмме определены угол и интенсивность пиков. С помощью уравнения Вульфа – Бреггов рассчитано межплоскостное расстояние и определены минералы. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расшифровки рентгеновской дифрактограммы ЗШО *Северской ТЭЦ*

№ рефлекса	2θ, °	Интенсивность абсолютная, имп/с	Межплоскостное расстояние, Å	Минерал
1	7,09	9095	12,46	Биотит
3	15,30	7446	5,79	Ca(Mg, Al, Fe)Si ₂ O ₆
4	19,75	8847	4,49	Альфа-кварц
5	25,45	18247	3,50	Гипс
6	32,27	5855	2,77	Магнезит
7	34,57	5511	2,59	Магнетит, гематит
8	38,33	4578	2,35	Ортоклаз
9	39,79	5127	2,26	Биотит
10	41,53	4662	2,17	Гипс, биотит
11	48,97	4855	1,86	Гипс

Проработка литературы по теме исследования показала, что эффективность выщелачивания зависит от фазового состава ЗШО. Полному выделению аморфной фазы SiO₂ (альфа – кварца) способствует гидрощелочная и кислотная обработка [3]. Растворы, используемые для гидрощелочной обработки: NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, NH₄OH. Растворы минеральных кислот для кислотной обработки: H₂SO₄, HCl, HNO₃. Оптимальные условия для выделения аморфной фазы при гидрощелочной обработке: t = 85 °C; T = 2,5 ч; C_щ = 200 г/л). Оптимальные условия для выделения аморфной фазы при кислотной обработке: t = 105 °C; T = 2 ч; C_к = 6 М.

В результате исследования определен химический состав, фазовый состав и характеристики ЗШО *Северской ТЭЦ*. Исходя из химического состава ЗШО выяснено, что преобладающим компонентом является SiO₂ (59, 33 мас. %). Рассмотрены кислотный и щелочной способы извлечения оксида кремния для дальнейшего его использования в качестве усиливающего наполнителя полимерных материалов в резинотехнической, химической и других отраслях промышленности.

Литература

1. Анализ состояния и перспективы использования золошлаковых отходов тепловых электростанций / В.Я. Путилов, К.П. Борисов, Б.Я. Вишня, В.М. Микушевич // Энергетик. – 1997. – № 9. – С. 12 – 13.
2. ГОСТ Р 25818-2017. Золо-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2017. – 30с. – Государственные стандарты.
3. Классификация золошлаковых отходов (ЗШО) ТЭС / И.А. Чуйченко // Наука сегодня: Глобальные вызовы и механизмы развития. – 2018. – №2. – С. 65 – 66.