

УДК 666.71

## ВЛИЯНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС НА ПЛОТНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА

П.А. ЗАДОРА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)

*В статье приведены результаты исследований влияния содержания в шихте золы на плотность и прочность керамического черепка. Показано, что изменяя количество золы в составе шихты можно варьировать прочность от 36 МПа до 10 МПа при изменении плотности от 1785 кг/м<sup>3</sup> до 1600 кг/м<sup>3</sup>.*

Переход теплоэлектростанций на местные виды топлива: торф, древесную щепу, торфо-древесную смесь, приводит к неуклонному росту золоотвалов на территории Республики Беларусь. Сложности с использованием любых промышленных отходов связаны с разнообразием их химического и гранулометрического состава, не исключением являются и золошлаковые отходы ТЭС, состав которых отличается на каждой ТЭС и даже в условиях одного золоотвала. Исследованию свойств угольной золы ТЭС и возможности ее использования в строительной индустрии посвящено достаточное количество научных работ. Известно, что одним из направлений утилизации угольной золы является ее применение при производстве керамического кирпича. В этой связи актуальным являются исследования возможности применения при производстве керамического кирпича золошлаковых отходов ТЭС, полученных при сжигании торфа и древесной щепы.

Для экспериментальных исследований использовалась глинистое сырье месторождения «Осетки». Глинистое сырье месторождения «Осетки» имеет неоднородную окраску, плотную комковую структуру, хорошо размокает в воде. Карьерная влажность составляет 22–32%. Число пластичности 13,7–23,3. Интервал спекания 50 °С. Химический состав глины приведен в таблице 1.

Таблица 1. – Химический состав глины месторождения «Осетки»

Компоненты	Содержание, % масс.	Компоненты	Содержание, % масс.
SiO <sub>2</sub>	52,80	MgO	2,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,30	K <sub>2</sub> O	5,65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,68	CaO	5,18
Na <sub>2</sub> O	0,69	TiO <sub>2</sub>	0,66
SO <sub>3</sub>	-	ппп	8,01

Глинистое сырье по содержанию оксида алюминия относится к группе полукислых глин (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≥ 15%). Содержащиеся в ней оксиды кальция и магния находятся в качестве карбонатных соединений, которые, также, как и оксид железа, являются флюсующей составляющей сырья. Указанные соединения в сочетании с оксидом алюминия говорят о легкоплавкости глины, что может сыграть положительную роль при формировании структуры керамического изделия с использованием зол ТЭС за счет образования первоначального расплава на начальных этапах обжига.

В качестве минеральной добавки применялась золошлаковая смесь Белорусской ГРЭС г.п. Ореховск Витебской области. Характеристики зольной составляющей торфодревесной золошлаковой смеси и ее химический состав представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. – Характеристики зольной составляющей торфодревесной золошлаковой смеси

Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Плотность зерен, кг/м <sup>3</sup>	Нормальная густота, %	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	Влажность, %
960	2100	24,5	150	6

Таблица 3. – Химический состав торфодревесной золошлаковой смеси Белорусской ГРЭС (мас. %)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	ппп
87.62	4.39	1.08	3.08	0.55	0.61	1.79	0.24	0.19	<0.10	0.07

По химическому составу золошлаковая смесь состоит в основном из оксидов кремния и алюминия (92%). По модулю основности ( $M_o < 1$ ) золошлаковая смесь относится к кислым, содержание оксида кальция и оксида магния составляет 3,63%.

Плотность и прочность керамического черепка определялась при разном процентном содержании золы в шихте: от 10% до 80% по массе. Применялась зольная составляющая золошлаковой смеси двух видов: просеянная через сито № 008, с удельной поверхностью 150 м<sup>2</sup>/кг и механоактивированная на шаровой мельнице в течение 120 минут, с удельной поверхностью 230 м<sup>2</sup>/кг. Из полученных шихт методом пластического формования изготавливались образцы-кубики с ребром 20 мм. Сушка образцов

осуществлялась в течение 48 часов при температуре 100 °С в сушильном шкафу SNOL 60/300 до остаточной влажности 4–6%. Обжиг осуществлялся при температуре 1000°С в электропечи камерной ПКС-30/12,5 ООО «ТермоСвар». Испытания образцов на сжатие осуществлялись на испытательном прессе немецкого производства Testing bluhm & feuerherdt gmbh модель C089-04. Размеры готовых образцов проверялись с помощью цифрового штангенциркуля типа I. Диапазон измерения прибора составляет 0–150 мм, скорость измерения – не более 1,5 м/с. Масса образцов определялась с помощью электронных весов ВК-300.

При введении в состав шихты золы наблюдается изменение окраски образцов после обжига в более светлые оттенки красного. Данный эффект можно объяснить присутствием в золе окислов щелочных металлов (Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O), которые ослабляют красящее действие Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и TiO<sub>2</sub>. Известно, что окислы щелочных металлов (Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O) являются плавнями, понижают температуру обжига и придают керамическому черепку большую прочность.

Результаты определения плотности и прочности керамического черепка при добавлении в шихту золы представлены в таблице 4.

Таблица 4. –Плотность и прочность керамического черепка с торфодревесной золой

Номер состава	Содержание компонентов, % по массе		Плотность, кг/м <sup>3</sup> , при введении в шихту золы с удельной поверхностью, м <sup>2</sup> /кг		Прочность на сжатие, МПа, при введении в шихту золы с удельной поверхностью, м <sup>2</sup> /кг	
	глина	зола	150	230	150	230
1	100	0	1785,72	1785,72	36,78	36,78
2	90	10	1724,93	1836,31	35,48	40,48
3	80	20	1715,71	1773,06	33,92	35,89
4	70	30	1710,00	1755,40	25,69	32,74
5	60	40	1619,43	1720,73	17,98	26,50
6	50	50	1608,52	1710,67	11,20	23,99
7	40	60	1547,89	1645,42	7,99	18,27
8	30	70	1522,78	1532,13	5,25	9,00
9	20	80	1498,36	1501,89	2,21	4,15

Анализ полученных результатов, показывает, что введение в состав шихты золы с удельной поверхностью 150 м<sup>2</sup>/кг приводит к снижению плотности керамического черепка, вследствие выгорания органики. Плотность снижается пропорционально введению золы, и изменяется от 1785,72 кг/м<sup>3</sup> до 1498,36 кг/м<sup>3</sup>. Применение золы с удельной поверхностью 230 м<sup>2</sup>/кг привело к уплотнению структуры только при дозировке 10% по массе, дальнейшее увеличение дозировки также приводит к снижению плотности с 1785,72 кг/м<sup>3</sup> до 1501,89 кг/м<sup>3</sup>.

Установлено снижение прочности керамического черепка при увеличении дозировки золы в составе шихты. При введении золы с удельной поверхностью 150 м<sup>2</sup>/кг в количестве 40% по массе прочность снижается с 36,78 МПа до 17,98 МПа, то есть в 2 раза. При введении золы с удельной поверхностью 230 м<sup>2</sup>/кг снижение прочности в 2 раза происходит при дозировке – 60% по массе. При дозировках более 60% по массе наблюдается резкий скачок в снижении прочности. Так, при содержании в составе шихты золы в количестве 80% по массе прочность составляет 2,21 МПа и 4,15 МПа при использовании золы с удельной поверхностью 150 м<sup>2</sup>/кг и 230 м<sup>2</sup>/кг соответственно.

Таким образом, торфодревесная зола в составе шихты приводит к снижению плотности керамического черепка, что будет способствовать снижению коэффициента теплопроводности изделий. Введение золы приводит к снижению прочности керамического черепка, при использовании механоактивированной золы падение прочности происходит менее активно. Изменение количества золы в составе шихты от 10% до 50% по массе позволяет получить керамический черепок с прочностью от 36 МПа до 10 МПа при плотности от 1785 кг/м<sup>3</sup> до 1600 кг/м<sup>3</sup>.