ЗОЛЬНЫЙ ОТХОД ОТ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА КАК МИКРОНАПОЛНИТЕЛЬ БЕТОНОВ

О.Н. Крашенинников[1], А.Г. Морозов [2], А.А. Пак[1], И.А. Миханошина[1]

[1] Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева КНЦ РАН, Апатиты, Россия

[2]ЗАО «Амальтеа», Москва, Россия

В связи с истощением наиболее крупных и легко доступных месторождений сырья для производства строительных материалов внимание многих исследователей привлечено к проблеме использования вторичных минерально-сырьевых ресурсов. Особый интерес представляют золоотходы теплоэлектростанций, которые при соответствии их качества требуемым нормативам могут быть использованы при производстве разнообразных строительных материалов, в том числе бетонов.

В данной работе рассматривается зола, полученная после сжигания водоугольного топлива (ВУТ), приготовленного из каменного угля марки ССсш (ОАО ш. «Тырганская», г. Прокопьевск). Сжигание проводилось в камере сжигания стендовой демонстрационной установки ЗАО «Сибэкотехника» в г. Новокузнецке. Отбор проб производился в камере дожигания и в золоуловителе. В пробе золы находится также до 10% золы от сжигания углей марок «Д» и «Г». Свойства золы определялись в соответствии с ГОСТ 25818-91 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия». Ниже приводятся основные результаты испытаний.

Как будет показано ниже, зола от сжигания ВУТ отличается от золы, полученной от сжигания угля в пылевидной форме. Отличие состоит прежде всего в объёмных характеристиках частиц золы, что связано с отличием в процессе горения и выжигания частиц угля. При горении ВУТ вода, входящая в состав топлива (30…40%), выступает в роли окислителя, что ускоряет процесс выгорания частиц угля. Кроме того, сам процесс горения частиц угля происходит на относительно коротком расстоянии, причём из-за специфики вихревого горения дожигание частиц угля происходит в две стадии.

Для проведения минералогического анализа высушенная до постоянной массы проба золы была расклассифицирована на следующие 5 фракций, мм: более 0.63, 0.315-0.63, 0.16-0.315, 0.08-0.16, менее 0.08. При этом, удельная масса этих фракций составила, %: 8.41, 5.38, 12.82, 22.13, 51.26 соответственно. Результаты анализа показали, что зола в основном представлена несколькими разновидностями стекла светло-серого, кирпичного или черного цвета, частицами различной крупности и формы, в значительной степени ноздреватыми и пористыми. Содержание стекла достигает 80%, магнетита и гематита колеблется в пределах

1-5%, кварца – до 3%, сажистых обломков (спеков) со смоляным блеском – до 2%, обломков плотных зерен (силикатов) – до 15%.

Химический состав золы следующий, мас.%: SiO_2 - 56.58, Al_2O_3 – 18.89, Fe_2O_3 – 8.58, TiO_2 – 0.95, FeO – 0.40, CaO – 4.0, P_2O_5 – 0.42, SO_3 – 0.36, C – 0.69, MgO – 1.6, Na_2O – 1.3, K_2O – 2.5, MnO – 0.14, La_2O_3 – 0.002, CeO_2 – 0.01, Sc – 0.001, ZrO_2 – 0.031, Y_2O_3 – 0.004, п.п.п. – 0.88.

В таблице 1 представлены нормируемые стандартом требования по химическому составу.

Таблица 1

Наименование показателя	Фактическое значение	Требования ГОСТ 25818-91
1. Содержание оксида кальция (CaO), % по массе	4.0	не более 10
2. Содержание оксида магния (MgO), % по массе	1.6	не более 5
3. Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3, % по массе	0.36	не более 3
4. Содержание щелочных оксидов в пересчете на Na_2O, % по массе	2.95	не более 3
5. Потеря массы при прокаливании (п.п.п.), % по массе	0.88	не более 3

Из результатов химического анализа следует, что зола соответствует требованиям ГОСТ 28818-91, предъявляемым к золам-уноса, и может быть использована в качестве компонента бетонов и строительных растворов.

Радиационно-гигиеническая оценка выполнялась в лаборатории радиационного контроля ИХТРЭМС КНЦ РАН, имеющей Государственную лицензию на право проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений. Методы анализа – радиометрический, гамма-спектрометрический (по альфа-, бета-, гамма-излучениям). Испытания осуществлялись с помощью гамма-спектрометра «Прогресс-АРБГ» и радиометра ДРГ-01Т. Мощность экспозиционной дозы измерена на поверхности образцов (МЭД, ДРГ-01Т) массой 0.5 и 1.5 кг (фон – 12 мкР/час), равна 14-17 мкР/час. Результаты гамма-спектрометрического анализа золы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Удельная радиоактивность, Бк/кг	$A_{эфф}$,

^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{137}Cs	Бк/кг
655±160	96±17	76±15	отсутствует	250±40

Погрешность (P=0.95) определения, мас.%: ^{226}Ra – 18, ^{232}Th – 20 и ^{40}K – 25.

Среднее значение эффективной удельной активности ($A_{эфф}$) исследуемых проб золы равно 250±40 Бк/кг, что согласно НРБ-99 (п. 5.3.4) не превышает допустимой величины (370 Бк/кг). Таким образом, исходя из содержания естественных радионуклидов, зола может использоваться для производства строительных материалов без ограничений.

Зерновой состав золы представлен в таблице 3, а ее физико-механические свойства даны в таблице 4.

Таблица 3

Название остатка	Размер сит, мм							
	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071	0.05	< 0.05
Частный, %	0.5	5.5	6.9	9.4	12.1	19.1	10.6	35.9
Полный, %	0.5	6.0	12.9	22.3	34.4	53.5	64.1	100.0

Таблица 4

Наименование показателя	Единицы измерения	Фактическое значение	Требования ГОСТ 25818-91
1. Плотность а) насыпная б) истинная	 кг/м^3 г/см^3	 581 2.4	
2. Влажность	%	0	не более 1
3. Остаток на сите № 008	%	54.2	не более 30*
4. Удельная поверхность на приборе ПСХ-8А	м^2/г	237.6	не менее 150
5. Равномерность изменения объема	-	выдержали	должны выдержать

*В соответствии с ГОСТ 25818-91 в золах I-III видов допускается больший остаток на сите № 008, если при применении этих зол обеспечиваются заданные показатели качества бетона

Таким образом, по своему химическому и минеральному составам, а также физико-механическим свойствам зола соответствует требованиям ГОСТ 25818-91 и может быть использована в качестве компонента для изготовления тяжелых, легких и ячеистых бетонов

и строительных растворов, а также в качестве тонкомолотой добавки для жаростойких бетонов.