

Рис. 1. Зависимость прочности золо – цементного камня от содержания и цемента

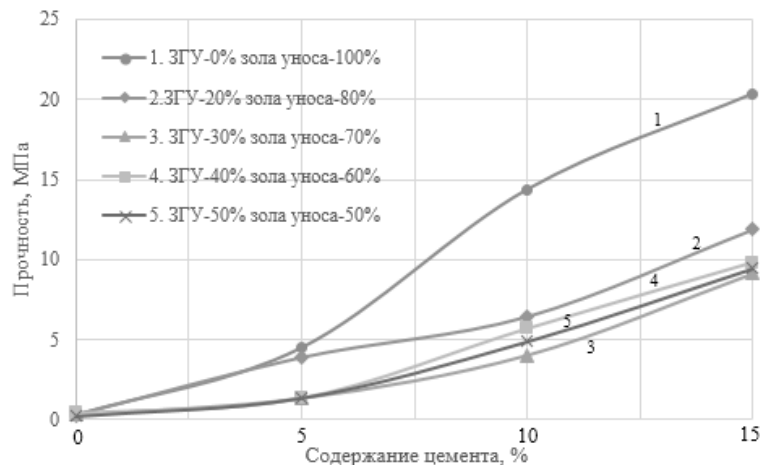


Рис. 2. Влияние содержания ЗГУ на прочность золо – цементного камня

Основные выводы:

1. Механоактивация золы – уноса вместе с 5% добавкой цемента увеличивает прочность цементного камня в 3 раза.
2. Применение в качестве наполнителя золы гидроудаления в количестве 20% от их смеси с золой уноса обеспечивает прочность 3,8 МПа. Дальнейшее увеличение золы гидроудаления до 30-50% обеспечивает прочность закладки > 1,34 МПа при 5% содержании цемента, что соответствует стандарту предприятия (1 МПа).

Литература

1. Модернизации закладочного производства. ОАО «ППГХО» Краснокаменск. – 2012. – 9 с.
2. ГОСТ 25592–91. Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия.
3. Закладочные работы в шахтах: Справочник. – М.: Недра, 1989.
4. Требования к закладочным материалам. Составы твердеющих закладочных смесей. Краснокаменск // Стандарт организации, СТО 07621060-081-2014 – 17 с.

**ПОЛУЧЕНИЕ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ ТЭЦ И ТЕХНИЧЕСКОЙ СЕРЫ**

**А.П. Полторанина, И.В. Амеличкин, В.А. Яковенко, И.В. Фролова**

Научный руководитель: доцент И.В. Фролова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Проблема промышленных отходов связана не только с экологической безопасностью, но и с экономической, так как использование отходов в виде вторичного сырья гораздо дешевле, чем их уничтожение или хранение. Поэтому вопрос утилизации техногенных материалов является одним из важнейших. Объектом исследования данной работы явилась сера – попутный продукт Норильского горно- металлургического комбината и зола уноса Краснокаменской ТЭЦ.

По отрицательному воздействию на окружающую среду соединения серы занимают одно из первых мест среди загрязняющих веществ. Приблизительно 96% серы поступает в атмосферу в виде  $SO_2$ , остальное количество составляют сульфаты и другие соединения. Кроме того, сера в виде пыли раздражает органы дыхания, слизистые оболочки и вызывает экземы. Около 90% серы сегодня производится как побочный продукт нефтепереработки цветной металлургии.

Ценным и дешевым продуктом являются также золошлаковые отходы, так как их использование в производстве строительных материалов существенно улучшает эксплуатационные и прочностные свойства этих материалов. Известно, что на основе золы ТЭЦ и технической серы можно изготавливать серное вяжущее и строительные композиции. Одним из эффективных направлений является использование золы ТЭЦ в производстве искусственных заполнителей, способствующее экономии природных минеральных ресурсов и решению экологической проблемы в стране.

Поэтому целью настоящей работы явилась разработка композиционных материалов для получения серощебня, который можно использовать в качестве заполнителя для бетонов. Известно, что в строительных композиционных материалах наполнители, в связи с их большой удельной поверхностью, имеют значительную площадь контакта со связующим. На первой стадии взаимодействия минерального наполнителя и вяжущего происходит процесс смачивания, поэтому основное структурообразование при получении серных композиционных материалов происходит на стадии перемешивания золы с расплавленной серой. При этом на поверхности частиц золы формируются в процессе остывания серы более однородные кристаллы с размером, значительно меньшим, чем в объеме свободной серы без наполнителя. Серная композиция представляет собой оптимально подобранную смесь тонкодисперсного наполнителя и расплава серы, способную в процессе охлаждения прочное камневидное тело [1-7].

От свойств компонентов, входящих в состав композиции, и их соотношения зависят физико-механические характеристики серных композиционных материалов.

Зола-уноса Краснокаменской ТЭЦ представляет собой сыпучий мелкозернистый материал, полученный после сгорания кускового или пылевидного угля на электростанции.

Одной из важных характеристик сыпучего материала является его зерновой состав. В данной работе зерновой состав золы определен методом ситового анализа по ГОСТ 9758-77 [8]. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

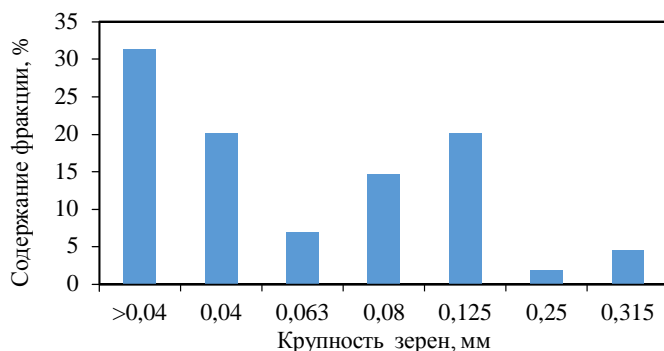


Рис. 1. Гистограмма распределения частиц по размерам

Как видно из рисунка 1, исследуемый материал является полидисперсным и представлен в основном частицами менее 0,125 мм. Фракции золы с размером частиц более 0,25 мм имеют более темную окраску и высокие потери при прокаливании, связанные с присутствием в данных фракциях значительного количества несгоревших частиц угля (более 45%). Несгоревшие частицы целесообразно извлекать из золы, так как они снижают качество строительных изделий. Поэтому в данной работе фракции золы с размером частиц более 0,25 мм для получения серных композиционных материалов не использовались.

Физико-механические характеристики золы Краснокаменской ТЭЦ, определённые по стандартным методикам, представлены в таблице 1. Как видно из таблицы, агрегатная плотность частиц меньше плотности вещества, слагающего эту частицу. Разница между агрегатной плотностью и пикнометрической тем больше, чем крупнее частица. Увеличение агрегатной плотности в тонких фракциях зольных уносов объясняется колебаниями в содержании магнитной фракции. Известно, что, чем выше содержание магнитных составляющих, тем выше агрегатная плотность [9].

Структура и свойства технической серы соответствуют ГОСТ 127.1-93. Сера является термопластичным связующим с температурой плавления 113 °С, низкой химической активностью, достаточной механической прочностью, низкой себестоимостью, доступностью и хорошей адгезией к минеральным заполнителям бетона.

*Таблица 1*

**Физико-механические характеристики золы Краснокаменской ТЭЦ**

Класс крупности, мм	Пикнометрическая плотность, г / см <sup>3</sup>	Насыпная плотность, кг / м <sup>3</sup>	Агрегатная плотность, г / см <sup>3</sup>
0,315	1,983	500	1,813
-0,315+0,25	2,028	588	1,955
-0,25+0,125	2,135	823	2,122
-0,125+0,08	2,452	911	2,431
-0,08+0,063	2,745	970	2,650
-0,063+0,04	3,201	1058	3,200
< 0,04	3,493	1117	3,493

В данной работе заполнитель получен при сплавлении серы с золой уноса, с последующим формированием из расплава монолитной плитки, которую после охлаждения подвергали дроблению.

В таблице 2 приведены соотношения компонентов в композиции, а также физико-механические характеристики заполнителей. Характеристики определены согласно ГОСТ [10].

*Таблица 2*

**Физико-механические свойства заполнителей**

Кол-во золы, %	Кол-во серы, %	Кол-во модификатор а, %	Насыпная плотность, кг / м <sup>3</sup>	Истинная плотность, кг / м <sup>3</sup>	Пустотность, %	Дробимость, %	Истира- емость, %
66	33,87	0,13 (крист. йод)	1088,23	2580	57,8	52	8,2
60	38	2 (хлорид алюминия)	1088,23	1980	45	10	5

На основании полученных данных установлена возможность получения серощебня на основе золы уноса Краснокаменской ТЭЦ и технической серы. По плотности серощебень относится к плотным, имеющим значения плотности 1980 кг / м<sup>3</sup> и более, что позволяет снизить количество цемента для приготовления бетонов. Гранулометрический состав полученного материала можно регулировать режимами его дробления для получения фракций нужного размера. Результаты определения дробимости показали, что полученный материал имеет марку 200 и может использоваться для бетонов общестроительных марок.

#### Литература

1. Safiuddin Md., Mohd Zamin Jumaat, M. A. Salam, M. S. Islam and R. Hashim Utilization of solid wastes in construction materials // International Journal of the Physical Sciences. – 2010. – Vol. 5(13). – P. 1952 –1963.
2. Bruder-Hubscher V., Lagrade F., Leroy M. J., Coughanowr C., Enguehard F. (2001). Utilisation of Bottom Ash in Road Construction: Evaluation of the Environmental Impact. Waste Manage. Res., 19: pp. 545-556.
3. Pei-wei G., Xiao-lin L., Hui L., Xiaoyan L., Jie H. Effects of the Ash on the Properties of Environmentally Friendly Dam Concrete // Fuel. – 2007. – V. 86. – P. 1208 –1211.
4. Chindaprasit P., Jaturapitakkul C., Sinsiri T. (2007). Effect of Ash Fineness on Microstructure of Blended Cement Paste // Construction and Building Materials. –2007. – V. 21. – P. 1534 – 1541.
5. Fernandez-Jimenez A., Palomo A., Criado M. Alkali Activated Ash Binders. A Comparative Study between Sodium and Potassium Activators // Materiales de Construcción. – 2006. – V. 56. – P. 51 – 65.
6. Волженский А.В., Иванова И.А., Виноградов Б.Н. Применение зол и шлаков в производстве строительных материалов. М.: Стройиздат, 1984. – 216 с.
7. Путилин Е.И., Цветков В.С. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. М.: ФГУП «Союздорнии», 2003. – 57 с.
8. Крашенинникова Н.С., Эрдман С.В., Коробочкин В.В., Фролова И.В. Химическая технология неорганических вещества: Лабораторный практикум. – Томск.: Изд-во ТПУ, 2004. – 172 с.
9. Frolova I.V., Tikhonov V.V., Poltoranina A.P., Cherkashina K.Y., Fu S.N. Analysis of chemical composition and physical and mechanical properties of power plant ash for its further processing // Procedia Chemistry. – 2015. – V. 15. – P. 272 – 279
10. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.