

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗОБЖИГОВОГО ГРАВИЯ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ И ТЕХНИЧЕСКОЙ СЕРЫ

Е.А. Фролова¹, И.В. Амеличкин²

Научный руководитель – доцент И.В. Фролова²

¹ *МАОУ средняя общеобразовательная школа № 32, г. Томск, Россия*

² *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Использование промышленных отходов в виде вторичного сырья – одно из важнейших направлений экономического развития страны. Опираясь на данные государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» и федеральным классификационным каталогом отходов, утвержденным приказом Росприроднадзора № 242 от 22.05.2017, было установлено, что ежегодно в России образуется около 30 тонн золошлаковых отходов (ЗШО). В связи с этим проблема интеграции техногенных материалов в производство является актуальной и приоритетной. Объектом исследования настоящей работы явилась зола уноса Северской ТЭЦ с размером частиц менее 0,5 мм и попутный продукт Норильского горно-металлургического комбината – техническая сера.

Приблизительно 90% серы является побочным продуктом нефтепереработки цветной металлургии. С экологической точки зрения соединения серы занимают одно из первых мест в мире по негативному воздействию на окружающую среду. Также, сера в виде пыли может способствовать возникновению хронических заболеваний кожи и легких. Техническая сера устойчива к агрессивным средам и обладает высокой прочностью, а такие свойства, как водостойкость и гидрофобность, делают её идеальным материалом для использования в строительной промышленности [1 – 7].

Золошлаковые отходы являются достаточно дешевым продуктом. Применение ЗШО при изготовлении различного вида строительных материалов в существенной степени улучшает их физико-химические свойства. Кроме того, золошлаковые материалы по минералогическому и химическому составу практически идентичны минеральному природному сырью. Использование ЗШО в качестве основного сырья для производства наполнителей наиболее целесообразно, так как это способствует экономии природных минеральных ресурсов и решению экологической проблемы в стране.

Одним из перспективных направлений использования ЗШО и технической серы является производство безобжигового зольного гравия (БЗГ), который является искусственным заполнителем, получаемым в виде гранул. Анализ литературных данных показал, что БЗГ используют в строительных растворах и бетонах, как заменитель природных материалов, а также для сооружения дорожных насыпей.

Поэтому целью настоящей работы явилась разработка технологии получения БЗГ, используемого в качестве наполнителя при производстве легких и прочных конструктивных бетонов.

В качестве связующего использовали жидкое стекло, которое обладает модифицирующими свойствами по отношению к сере. Основные свойства технической серы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные свойства технической серы

Показатель	Температура, °С		
	20	122	140
Вязкость (динамическая), Па·с	–	0,0110 – 0,0120	0,0081 – 0,0087
Теплоемкость, кДж/кг	0,7	1,47	1,70
Плотность, кг / м ³	2100,0	1960,0 – 1990,0	1730,0 – 1875,0
Твердость по шкале Мосса	1 – 2	–	–
Поверхностное натяжение, Н/м	–	–	0,057
Прочность при сжатии, МПа	12,0 – 22,0	–	–
Температура плавления, °С	110 – 119		
Температура кипения, °С	444,67		

Известно, что за счет пропитки в серном расплаве прочность материалов на основе ЗШО возрастает. Однако, этой прочности недостаточно для их использования в строительной промышленности. Поэтому, важно разработать технологию для получения серно-зольных композиционных материалов с более глубоким слоем серы. Пропитывающие свойства серного расплава зависят от его вязкости. Эмпирическим путем было установлено, что при нагревании технической серы до 150 °С с добавлением модификатора жидкого стекла вязкость серного расплава понижается и, следовательно, повышается его пропитывающая способность. При этом на поверхности материала образуется более плотный слой серы. В данной работе спрессованные под давлением 1 МПа таблетки весом 12 г нагревали поочередно в серном расплаве. Из рисунка 1 видно, что максимальное количество расплавленной серы 6,3 г впиталось в таблетку при температуре 140 °С. Дальнейшее увеличение температуры приводит к повышению вязкости серы и такой расплав будет уже обладать меньшей проникающей способностью.

Известно, что при использовании жидкого стекла в качестве модификатора вязкость серного расплава понижается в широком интервале температур, что указывает на образование короткоцепных радикалов и отсутствие полимеризации при более высоких температурах. Вследствие этого пропитывающая способность расплава повышается в более широком интервале температур.

Для приготовления сырьевой смеси использовали золу уноса и техническую серу в соотношении 60:40. Полученную смесь помещали на тарель гранулятора, скорость вращения тарели составляла 36 об/мин, угол наклона 45°. Увлажнение раствором жидкого стекла в момент грануляции осуществляли из пульверизатора для равномерного распределения жидкости по всему объему смеси, что способствует лучшему сцеплению компонентов.

Время окатывания гранул в тарельчатом грануляторе составило 14-18 минут, влажность гранул – 21%. Полученные гранулы размером 8-12 мм выдерживали при постоянной температуре 140 °С в течение 30 минут. Далее проводили определение физико-механических характеристик зольного гравия в соответствии с требованиями ГОСТ 9758 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ».

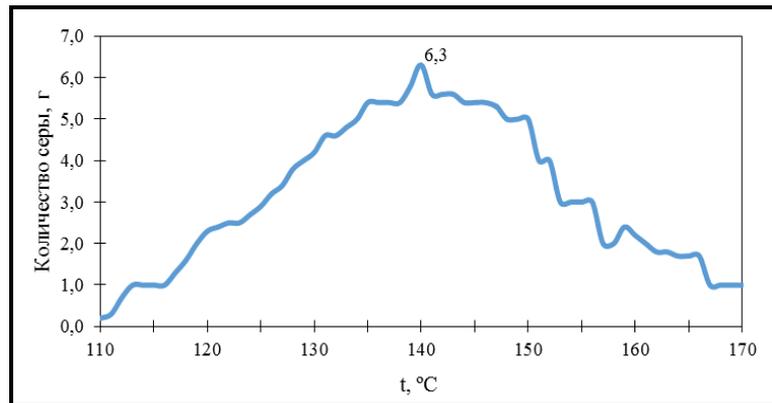


Рис. 1 Зависимость пропитки зольного образца серой от температуры

Таблица 2

Физико – механические характеристики зольного гравия

Насыпная плотность, кг / м ³	Истинная плотность, кг / м ³	Пустотность, %	Водопоглощение, %	Прочность на сдвливание в цилиндре, МПа
960	1520	39	6	5,8

Таким образом, разработан состав зольного гравия на основе золы уноса и технической серы и установлены оптимальные параметры гранулирования. Полученный безобжиговый зольный гравий может быть использован в строительных растворах и бетонах.

Литература

1. Safiuddin Md., Jumaat Mohd Zamin, Salam M.A., Islam M.S., Hashim R. 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. Utilisation of Bottom Ash in Road Construction: Evaluation of the Environmental Impact // Waste Manage. Res. – 2001. – V.19. – P. 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. Chindaprasirt P., Jaturapitakkul C., Sinsiri T. Effect of Ash Fineness on Microstructure of Blended Cement Paste // Constr. Build. Mater. – 2007. –V. 21. – Is. 7. – P. 1534 – 1541.
5. Fernandez-Jimenez A., Palomo A., Criado M. Alkali Activated Ash Binders. A Comparative Study between Sodium and Potassium Activators // Mater. Constr. – 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. – 216с.
7. Путилин Е. И., Цветков В. С. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. – 2003.