

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

А.П. СЕМКЕ., О.В. КАЗЬМИНА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: anna.poltoranina@yandex.ru

В настоящее время ситуация по хранению и утилизации техногенных отходов в России привела к масштабному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов и, как следствие, к значительному экономическому ущербу. Одним из видов многотоннажных отходов являются золошлаковые отходы тепловых электростанций. Мировая и отечественная практика показывают, что данный вид отходов экономически целесообразно использовать в производстве строительных материалов. В частности, одним из способов переработки золошлаковых отходов является получение на их основе пористых теплоизоляционных материалов [1]. В тоже время нерешенным остается вопрос снижения энергозатрат в производстве пористых заполнителей. Поэтому актуальными остаются исследования, направленные на разработку пористых материалов по энергоэффективным технологиям. В данной работе рассматривается одностадийная технология получения пористого заполнителя, где в качестве щелочного компонента использован агрессивный компонент в виде гидроксида натрия. Гидроксид натрия не только снижает температуру синтеза стеклофазы, но и выступает в роли газообразующего агента. Необходимо учитывать, что повышенное содержание щелочи (свыше 20 %) приводит к уменьшению водостойкости готового материала и ограничивает его применение в строительных композитах.

Цель работы – разработка состава смеси на основе золошлаковых отходов с содержанием гидроксида натрия не более 20 %, пригодной для получения пористого заполнителя по одностадийной низкотемпературной (не более 950 °С) технологии.

В качестве объекта исследования выбраны золошлаковые отходы ТЭЦ г. Северска, образующиеся при совместном гидроудалении золы и шлака, скапливающегося в нижней части топочного пространства. Отходы содержат достаточно высокое количество оксидов кремния и алюминия, в среднем до 83 мас. % и относительно низкое количество оксида кальция, не превышающее 5 мас. %. Это позволяет отнести данные золошлаковые отходы к группе низкокальциевых. По гранулометрическому составу отходы представляют собой полидисперсную смесь с размером частиц, не превышающих 300 мкм. Для получения пористого материала отходы предварительно измельчали до среднего размера частиц не более 50 мкм.

Моделирование состава смеси для получения пористого заполнителя осуществляли с учетом известных теоретических данных в области стеклообразования и ранее полученных экспериментальных результатов по диаграмме состояния $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. Для протекания реакций силикатообразования в смесь отхода с NaOH дополнительно вводили кремнеземистый компонент в виде трепела. Рассчитанный компонентный состав смеси удовлетворяет требованиям, необходимым для процесса вспенивания, а именно, при рассматриваемых температурах вспенивания (850 – 950 °С) образуется достаточное количество расплава (не менее 70 %), который обладает необходимой вязкостью в данном температурном интервале ($10^6 - 10^8$ Па·с). Состав, отвечающий данным условиям, приведенный в таблице 1, включает 60 % отхода, 20 % трепела и 20 % гидроксида натрия.

Оценку вспенивающей способности смеси проводили по значениям коэффициента вспенивания, который показывает степень увеличения объема образца в процессе его термообработки. Для его определения использовали формулу (1). Данная методика позволяет относительно быстро определить для смеси определенного состава оптимальный режим вспенивания, который изменяли от 850 до 950 °С с выдержкой 6, 12, 18 минут [2].

$$K_v = \frac{V_k - V_n}{V_n} \quad (1)$$

Секция 4. Силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы из природного и технического сырья

где, V_k , V_n – объем вспененного и начального образца, мм^3 .

Таблица 1 - Компонентный состав исходной смеси

№ состава	Компонентный состав исходной смеси, масс. %				
	трепел	NaOH	отход	сажа	Na ₂ SO ₄
С-1	20,0	20,0	60,0	-	-
С-2	20,0	20,0	59,9	0,1	-
С-3	19,8	19,8	59,4	-	1,0
С-4	19,7	19,7	59,1	0,5	1,0

Установлено (табл. 2), что для состава (С-1) коэффициент вспенивания имеет очень низкие значения независимо от температурного режима, что указывает на необходимость его корректировки. С этой целью в состав добавлен газообразователь в виде сажи в количестве 0,1 %, который, как известно, является активным газообразователем в рассматриваемом температурном интервале. Однако для данного состава наблюдается незначительное увеличение коэффициента вспенивания. Поэтому для активации окислительно-восстановительных реакций, протекающих на стадии вспенивания, в состав смеси с сажой дополнительно введен окислитель в виде сульфата натрия (С-4). Для сравнения опробован состав с одним окислителем (С-3). Результаты определения коэффициента вспенивания показали, что значение коэффициента увеличилось в четыре раза при температуре 950 °С с выдержкой 6 минут. При этом сам вспененный материал имел высокую плотность. Для организации эффективного вспенивания необходимо не только присутствие оптимального количества окислителей и восстановителей, но и наличие достаточного количества расплава определенной вязкости. Очевидно, что при данных температурах для рассматриваемых составов смесей не достигается необходимого количества расплава. Поэтому полученный на стадии смешивания полуфабрикат дополнительно обрабатывался в автоклаве, что позволило увеличить в нем содержание гидросиликатов натрия. Из обработанных гранул при температуре 850 °С с выдержкой 12 минут получен вспененный материал, при этом значение коэффициента вспенивания возросло до четырех. Таким образом, установлена принципиальная возможность получения пористого заполнителя из смеси на основе золошлаковых отходов с содержанием гидроксида натрия 20 %, включая дополнительную стадию автоклавирования.

Таблица 1 – Зависимость коэффициента вспенивания от температуры

Режим вспенивания		Коэффициент вспенивания для составов, отн. ед.			
Температура, °С	Выдержка, мин	С-1	С-2	С-3	С-4
850	6	0,37	0,67	0,29	0,85
900	6	0,25	0,57	0,41	0,49
950	6	0,23	0,34	0,41	0,87
850	12	0,07	0,37	0,51	0,84
900	12	0,26	0,65	0,25	0,44
950	12	0,19	0,47	0,14	0,51
850	18	0,30	0,61	0,51	0,39
900	18	0,30	0,41	0,23	0,47
950	18	0,04	0,26	0,29	0,23

Список литературы

1. Yliniemi, J., Tiainen, M., Illikainen, M., Microstructure and Physical Properties of Lightweight Aggregates Produced by Alkali Activation-High Shear Granulation of FBC Recovered Fuel-Biofuel Fly Ash // Waste and Biomass Valorization 2016 7(5), pp. 1235-1244
2. Кузнецова Н.А., Казьмина О.В. Влияние окислительно-восстановительных характеристик пенообразующей смеси на основе золы на процессы вспенивания при получении пеностекла // Техника и технология силикатов. – 2013. – Т. 20. – № 1. – с. 4-9.