

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ОТХОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПОРООБРАЗУЮЩЕЙ ДОБАВКИ

Чаудхари С., Яценко Е.А., Гольцман Б.М., Ткаченко В.Д.*

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова

*tkachenko.vadik2014@yandex.ru

Исследовано влияние порообразующих добавок на технологические свойства функциональных геополимерных материалов строительного назначения.

Ключевые слова: геополимерные материалы, золошлаковые отходы, порообразующая добавка, щелочная активация, теплопроводность, плотность, прочность.

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF POLYMER MATERIALS BASED ON FUEL WASTE, DEPENDING ON THE TYPE OF PORE-FORMING ADDITIVE

Chaudhary S., Yatsenko E.A., Goltzman B.M., Tkachenko V.D.

M.I. Platov South Russian State Polytechnic University (NPI)

The purpose of this work is to study the effect of pore-forming additives on the technological properties of functional geopolymer materials for construction purposes.

Keywords: polymer materials, ash and slag waste, pore-forming additive, alkaline activation, thermal conductivity, density, strength.

Введение

При сжигании угля в топках теплоэлектростанций образуется большое количество золошлаковых отходов (ЗШО) [1]. Ежегодно до 750 млн т золошлаковых отходов твердотопливной энергетики складывается на специальных полигонах и требует больших земельных участков. Эти отходы загрязняют атмосферу, водную среду и почву. Золошлаковые отходы, содержащие алюмосиликатные компоненты, являются перспективным сырьем для производства строительных материалов [2]. Когда на алюмосиликатные компоненты воздействует щелочная среда образуется новый класс материалов – геополимерные материалы. Их основу составляет двух- или трехмерная структура Si–O–Al [3].

Материалы и методы

Для получения геополимерных материалов были выбраны следующие материалы: золошлаковые отходы Новочеркасской ГРЭС размером частиц 250 мкм и менее, жидкое стекло, гидроксид натрия, порошок алюминия, 30 %-ный раствор пероксида водорода и дистиллированная вода.

Геополимерные материалы были получены по следующей технологии: 12М раствора гидроксида натрия готовят путем смешивания порошка NaOH и дистиллированной воды. Затем смешивают полученный раствор с жидким стеклом и добавляют в него золошлаковые отходы. Далее в полученную смесь добавляют порообразователь – порошок алюминия или 30 %-ный раствор пероксида водорода, после чего смесь перемешивают, заливают в формы и отправляют на отверждение при температуре 80 °С в течение 12 часов.

Плотность образцов (ρ , кг/м³), определялась по уравнению 1:

$$\rho = \frac{m}{V} \cdot 1000, \text{ кг/м}^3, \quad (1)$$

где m – масса образца, г; V – объем образца, см³.

Прочность на сжатие образцов определялась на гидравлическом прессе марки ТП-1-1500.

Теплопроводность синтезированных образцов определяли с помощью измерителя теплопроводности ИТП-МГ4 «100» Зонд.

Результаты и обсуждение

Компонентный состав сырьевой смеси приведен в *табл. 1* и 30 %-ный раствор пероксида водорода с различной концентрацией (*табл. 1*).

Таблица 1

Компонентный состав сырьевой смеси, мас. %

№ образца	Состав образца, мас. %					
	ЗШО	Жидкое стекло	Гидроксид натрия	Дистиллированная вода, сверх 100	Порошок алюминия	30 % раствор пероксида водорода
1	75	21	3	6	1	–
2	74	21	3	6	2	–
3	73	21	3	6	3	–
4	75	21	3	6	–	1
5	74	21	3	6	–	2
6	73	21	3	6	–	3

В *табл. 2* показаны технологические свойства полученных геополимерных материалов. Как видно из *табл. 2*, при добавлении 1 %-ный порообразующей добавки (образцы 1 и 4) плотность образцов составляет 579 и 521 кг/м³. При увеличении концентрации до 2 % (образцы 2 и 5) плотность снижается до 356 и 351 кг/м³. При увеличении концентрации до 3 % (образцы 3 и 6) плотность больше не снижается, а прочность продолжает уменьшаться. Также видно, что у образцов, полученных с использованием порошка алюминия, прочность на сжатие выше, чем у образцов, полученных с 30 %-ный раствором пероксида водорода.

Таблица 2

Технологические свойства полученных геополимерных материалов

№ образца	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Теплопроводность, Вт/(м·К)
1	579	0,86	0,1283
2	358	0,57	0,0797
3	362	0,52	0,0803
4	521	0,68	0,1153
5	351	0,42	0,0782
6	367	0,41	0,0816

Структура полученных образцов представлена на *рис. 1*.

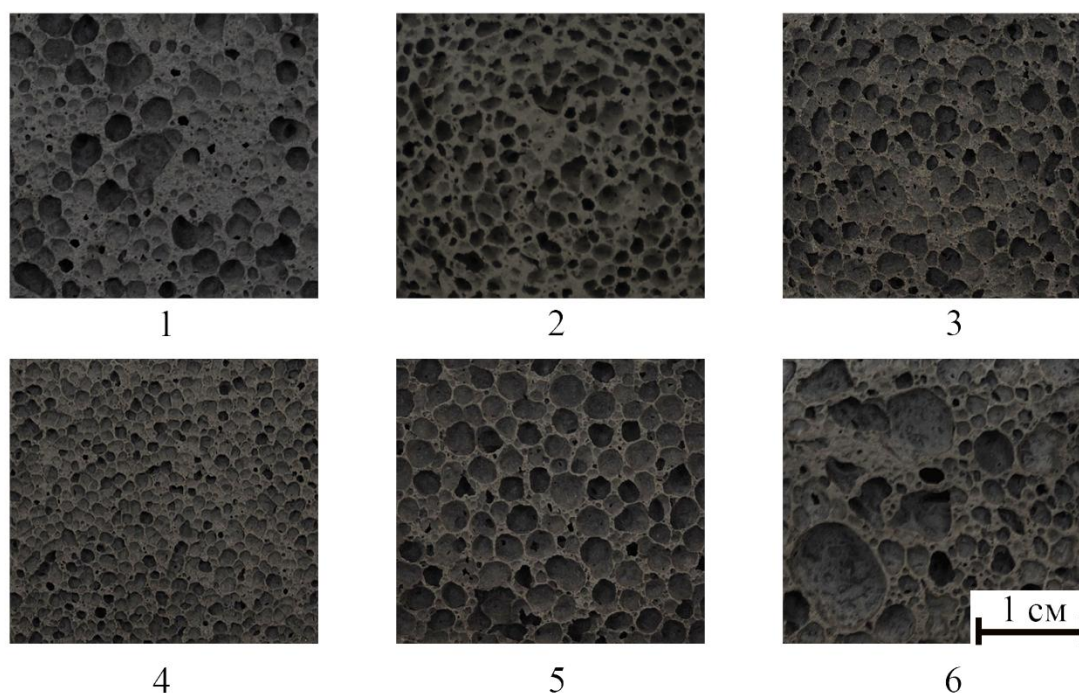


Рис. 1. Структура полученных геополимерных материалов

Как видно из *рис. 1*, наиболее развитой и равномерной пористой структурой обладают образцы 2 и 5. В данных образцах преобладающее количество составляют макропоры в диапазоне размеров 0,1–0,4 мм, что в итоге положительно сказывается на эксплуатационных свойствах материала. У остальных образцов дефектная структура с неравномерными порами.

Заключение

Было исследовано влияние порообразующих добавок на технологические свойства функциональных геополимерных материалов строительного назначения. Установлено, что наиболее подходящей порообразующей добавкой является алюминиевый порошок с концентрацией 2 % (образец 2). Плотность данного образца составляет 358 кг/м³, прочность на сжатие 0,57 МПа, теплопроводность 0,0797 Вт/(м·К).

Работа выполнена в рамках реализации проекта по соглашению о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации «Углеродно-нейтральные технологии рециклинга крупнотоннажных отходов топливной энергетики с получением функциональных геополимерных материалов» от «29» июня 2022 г., № 075-15-2022-1111.

Библиография

1. Панишев Н.В., Бигеев В.А., Галиулина Е.С. Перспективы утилизации хвостов углеобогащения и твердых отходов тепловых электростанций // Теория и технология металлургического производства. 2015. № 2 (17). С. 69–77.
2. Ryabov Y.V. et al. Methods for beneficiation of ash and slag waste from coal-fired thermal power plants and ways for their commercial use (a review) // Thermal Engineering. 2019. V. 66. P. 149–168.
3. Škvára F. et al. Microstructure of geopolymer materials based on fly ash // Ceramics-Silikaty. 2006. V. 50, N 4. P. 208–215.