

УДК 691.33

ПРЕИМУЩЕСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ БЕТОНОВ ПЕРЕД БЕТОНАМИ ИЗ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Гришин А.С., студент гр. СПб-192, III курс

Петроченко Р.Е., студент гр. СПб-192, III курс

Научный руководитель: Каргин А.А., ст. преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени

Т. Ф. Горбачева

г. Кемерово

В современном мире портландцемент является основным вяжущим при производстве бетона, а бетон основным строительным материалом. К сожалению, при производстве портландцемента в атмосферу в больших объемах выбрасывается углекислый газ. CO₂ оказывает негативное влияние на состояние окружающей среды, а также становится основной причиной изменения климата. Следует также отметить, что изготовление бетона из портландцемента имеет высокую потребность в природных минеральных ресурсах. Однако, бетоны на геополимерных вяжущих могут стать их малоэнергопотребной альтернативой [4].

Геополимеры – одно из новых искусственно созданных минеральных вяжущих, имеющих полимерную структуру с повторяющимися в цепях атомами Si и Al. Их разделяют на полисилаты, полисилато-силоксы, полисилато-силоксо-(дисилоксо). В качестве активаторов для процесса твердения используют гидроксид натрия или калия, а также метасиликаты этих элементов с добавкой щелочи. Структурные элементы силатов имеют форму треугольной пирамиды, в основании которой лежат атомы кремния и алюминия, связанные с четырьмя атомами кислорода. При синтезе атомы кремния и алюминия образуют прочные разветвленные цепи Si–O–Al–O, благодаря которым геополимеры не уступают по физическим и механическим свойствам некоторым горным каменным породам. Первоначально геополимерами считались материалы, полученные при щелочной активации силиката алюминия. Однако, вяжущие, полученные на основе этого сырья, также относят к геополимерам. Геополимерные материалы образуются в ходе реакций геополимеризации алюмосиликатных соединений в сильнощелочной среде (рис. 1.). Реакция образования геополимеров начинается с растворения оксидов кремния и алюминия в концентрированном растворе гидроксида натрия или калия. Далее происходит распад природных полимеров на мономеры. В результате мономеры преобразуются в полимерные материалы, схватываясь и уплотняясь [2].

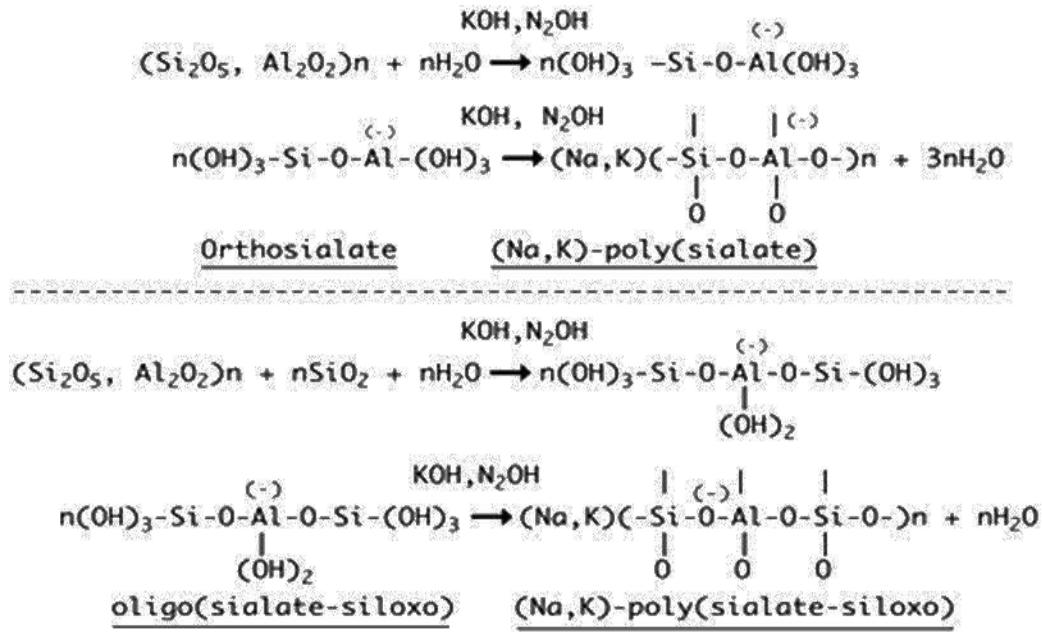


Рис.1. Реакции геополимеризации алюмосиликатных соединений в сильнощелочной среде [1].

Технология производства geopolимерных вяжущих позволяет сократить использование природных минеральных ресурсов за счет перехода на отходы от предприятий в виде золы от сжигания угля на тепловых электростанциях, пылевидных фракциях отсевов дробления щебня и обогащения руды, а также дисперсные отходы магматических горных пород. Производство geopolимерных бетонов требует небольшой перемолки отходов, а операция обжига не нужна. Благодаря таким условиям энергопотребление технологии и выбросы углекислого газа намного меньше, чем обычных технологий производства бетона [3].

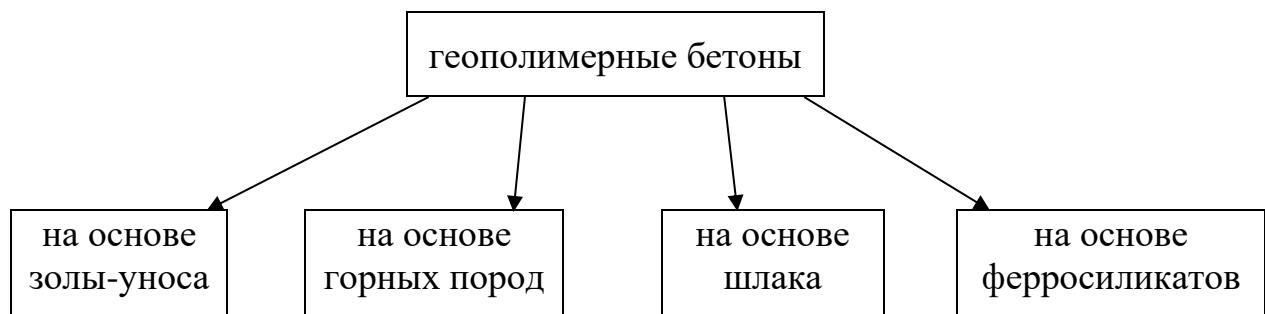


Рис.2. Классификация geopolимерных бетонов по Дж. Давидовичу [1].

В начале разработки геополимеров в качестве сырья использовались каолины, полевые шпаты, которые после термической обработки при 750 °C смешивались с растворами силикатов натрия и калия. Полученные образцы характеризовались высокой прочностью, антикоррозийностью и

жаростойкостью. Однако такие геополимеры не обрели широкую популярность из-за дороговизны сырья.

Наиболее перспективным сырьем для производства геополимерных материалов считаются золы тепловых электростанций и металлургические шлаки. Эти промышленные отходы в процессе производства подвергаются нагреву до высоких температур и быстрому охлаждению, способствующему формированию слабозакристаллизованных или стекловидных фаз, от чего появляется высокая реакционная способность по отношению к щелочным растворам.

В Кузбасском государственном техническом университете имени Т.Ф. Горбачева проводилось исследование геополимерных бетонов на основе золошлаковых отходов Кемеровской ГРЭС. Исследования заключались в изучении опытных образцов на присущие им физико-механические характеристики. В качестве сырья для геополимерного вяжущего использовалась зола-унос. В качестве активатора использовался силикат натрия (жидкое стекло) и гидроксид натрия. В качестве заполнителя использовалась отвальная зола гидроудаления.

Сухие компоненты в виде золы и золы-унос перемешивались в гомогенный порошок, затем в смесь добавлялся гидроксид натрия с жидким стеклом как активатор твердения. Далее смесь укладывалась в специально изготовленную опалубку размерами 70x70x70 мм и подвергалась тепловой обработке при 80°C с предварительной выдержкой при комнатной температуре в течении 2 часов.

Процесс изготовления включал в себя следующие этапы:

- 1) Дробление отвальной золы и золы-унос;
- 2) Активация золы жидким стеклом и NaOH;
- 3) Выдерживание образца в опалубке
- 4) Тепловая обработка в сушильном шкафу.

Контрольными параметрами готовых образцов служили плотность и прочность.



Рис.3. Образец геополимерного бетона на основе золы-уноса Кемеровской ГРЭС.

Проведенные исследования показали, что прочность геополимерного бетона на основе золы-уноса может достигать 50МПа, что сопоставимо с наиболее часто используемыми марками бетона на портландцементном вяжущем. То есть геополимерные бетоны не уступают по физико-механическим характеристикам классическим бетонам и при этом позволяют сократить выделение углекислого газа, снизить энергопотребление и расход материалов.

Список литературы:

1. Davidovits J. Geopolymers and geopolymeric materials // J. Therm. Anal., 1989. – pp. 429-444.
2. Ерошкина Н.А. Структурообразование геополимеров / Н.А. Ерошкина, М. О. Коровкин, Е. И. Тымчук // Молодой ученый. — 2015. — №7.— С. 123126.
3. Kargin A, Baev V, Mashkin N, Fly-ash Geo-polymer Foamed Concrete // AIP Conference Proceedings, 2017. – p. 020005.
4. C. Satish, Waste Materials Used in Concrete Manufacturing // Noyes Publications, 1997. – pp. 3-15.
5. Kargin A, Baev V, Mashkin N and Uglanica A., Fly ash: Perspective resource for geo-polymer materials production // Advanced materials in technology and construction, 2016. – С. 91-96.