

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Гончарова Маргарита Александровна*

д-р техн. наук, заведующая кафедрой

*Матченко Никита Александрович*

студент

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

### РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ГЕОПОЛИМЕРНОГО БЕТОНА ДЛЯ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

*Аннотация: в статье рассмотрены проблемы производства современных строительных материалов, экологичности производства конструкций и изделий, использования промышленных отходов металлургии и теплоэнергетических предприятий, а также снижение затрат на производство.*

*Ключевые слова:* геополимер, геополимербетон, геополимерцемент, геополимерный бетон, вяжущее вещество, производство.

Известно, что основным направлением в промышленности производства строительных материалов является производство вяжущих веществ и конструкций на их основе. Цементный бетон – самый широко используемый строительный материал. В настоящее время, на территории Российской Федерации производится более 68 млн. тонн цемента и 30 млрд м<sup>3</sup> бетонных изделий в год. Вместе с тем, потребление портландцемента тесно связано с высоким потреблением природных сырьевых ресурсов и высокой энергоемкостью производства, что сопровождается высокими выбросами вредных веществ в атмосферу.

Расширение номенклатуры используемых изделий в технологии бетона и железобетона плотно связано с разработкой и внедрением относительно новых строительных материалов и видов вяжущих веществ, обеспечивающие получение новых, прочных изделий. В РФ и на Западе уделяется все большее забота

разработке и производству бетонных изделий на базе отходов индустрии, позволяющие улаживать в одно и тоже время некоторое количество задач по снижению расходов на создание железобетонных изделий, энерго- и ресурсосбережения, охраны находящейся вокруг среды и здравого природопользования. К вяжущим, способным соперничать с портландцементом относят и геополимерные вяжущие. Высочайшие свойства бетонов на базе геополимерного вяжущего (прочность, морозостойкость, коррозионностойкость и т. д.) дают возможность применить их для построения домов и сооружений.

Одно из весомых направлений последующего становления – внедрение больше дешевых и экономически выгодных заменителей затворителей. Для получения геополимерцемента и бетонов на его базе с усовершенствованными качествами, структурой и составом подходит очень большой спектр сырьевых материалов – металлургические шлаки или же зол-уноса ТЭС. Вяжущие из алюмосиликатов природного происхождения именуются «геополимерцементы» или же «геополимеры».

Геосинтез разрешает преобразовывать больше размашистый, в сопоставлении с сырьем для портландцементов, круг минеральных препаратов техногенного и природного происхождения с высочайшими строительно-техническими и эксплуатационными качествами, большим потенциалом использования во всевозможных областях – обыденные, прочные и особые смеси и бетоны, материалы высочайшей огне- и кислотостойкости и т. д.

Принципиальным различием геополимерных вяжущих от известковых является высокое содержание щелочного компонента, содействующего синтезу в продуктах гидратации низкоосновных фаз гидросиликатного и алюмосиликатного состава, владеющих высочайшей связующей способностью, невысокой растворимостью и высокой стойкостью.

Геополимерные вяжущие системы могут быть сделаны на основе веществ как стекловидной, так и кристаллической структуры. В связи с данным более обширное распространение в индустрии из щелочных вяжущих систем взяли

вяжущие на базе стеклоподобных веществ на подобии доменных гравилюрованных шлаков. На базе этих вяжущих можно выделить легкие и тяжелые бетоны различных марок.

Разбирая главные положения основ твердения можно сказать, что она не имеет данных о скорости и характере гидратации в зависимости от ведущей системы, химико-минералогического состава и физиологического состояния дисперсной фазы, природы щелочного компонента и критерий твердения. Пути решения задач направленного прогнозирования состава новообразований, что в качестве главных факторов, используемых для прогнозной оценки выбора предназначения состава продукта твердения и исходных компонентов, возможно применить основность, соотношение стекловидной или же гелевидной и кристаллической фаз и их прочность, содержание амфотерного оксида, а, например, же природу щелочного компонента.

Свойства щелочного компонента при формировании вяжущих свойств находятся в зависимости от состава. Его воздействие на качества преобладающее, т. к. щелочной составляющую определяет активность композиций. В связи с этим можно разделить щелочные компоненты на 6 групп:

- 1) едкие щелочи ROH;
- 2) несиликатные соли слабых кислот:  $R_2CO_3$ ,  $R_2SO_3$ ,  $R_2S$ , RF и т. д.
- 3) силикатные соли типа  $R_2O$ ,  $SiO_2$ ;
- 4) алюминатные соли типа  $R_2O$ ,  $Al_2O_3$ ;
- 5) алюмосиликатные соли состава  $R_2O$   $Al_2O_3$  (2–6)  $SiO_2$ ;
- 6) несиликатные соли сильных кислот: RCl,  $R_2SO_4$  и т. д.

Закономерности формирования фазового состава продуктов твердения, основные факторы и устройство процессов гидратации и твердения позволяют успешно управлять процессами структурообразования:

- сроки схватывания регулируются методом выбора щелочного компонента с регулируемой скоростью гидратации, основностью дисперсной фазы и микрокапсулированием частиц данной фазы.

- скорость набора прочности на ранних стадиях твердения регулируется вступлением в состав вяжущего минералов, доменных шлаков, зол, инициирующих выкристаллизование начальных фаз – гидросиликатов кальция и гидро-гранатов, а еще вступлением в состав щелочного компонента продуктов деструкции дисперсной фазы, повышающих их концентрацию;
- управление деформативностью геополимерного камня гарантируется повышением в системе молярного отношения  $\text{Me}_2\text{O}_3:\text{Me}_2\text{O}_4$  (введение в состав вяжущего добавок) или же трансформаций структуры гидросиликатов кальция (замещение  $\text{Si}_4^+ - \text{Al}_3^+$ ,  $\text{Fe}_3^+$  и внедрение  $\text{SO}_4^{2-}$  – за счет введения алюминатов, ферритов, сульфатов натрия) и иных соединений или же применения сырья с большим содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
- коррозионная стойкость геополимерцементного камня управляется подбором рационального числа щелочного компонента, содержащих ионы коррозионной среды;
- уменьшение свободной щелочи в составе геополимерцементного камня достигается регулировкой основности дисперсной фазы, вида и сосредоточения щелочного компонента.

Исходя из поставленных закономерностей по целенаправленному управлению кристаллической фазой продуктов новообразований к группе комбинированных щелочных вяжущих определен наиболее рациональный комплекс алюмосиликатных компонентов: шлак + зола.

Ведущими причинами, оказывающими воздействие на структуру и качество материала при получении геополимерных вяжущих, можно считать содержание и тип щелочного агента (выраженного в виде молярной пропорции оксидов  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{Na}/\text{Al}$ )), обеспечивающего растворение алюмосиликатного компонента для протекания структурообразующего процесса, а так же воздействие тепловой обработки геополимерной смеси, способствующая процессу растворения алюмосиликатного компонента и последующего структурообразования вяжущей системы.

NaOH можно считать одним из самых действенным щелочным компонентом. Смеси на его основе имеют высокий pH-показатель на протяжении длительного времени, обеспечивая необходимые условия для предельного растворения алюмосиликатной аморфизованной составляющей и его последующего протекания структурообразующих процессов.

При определении особенностей зол-уноса, можно выявить морфологию частиц, гранулометрию, удельную плоскость зол-уноса и численность щелочного компонента в вяжущей системе.

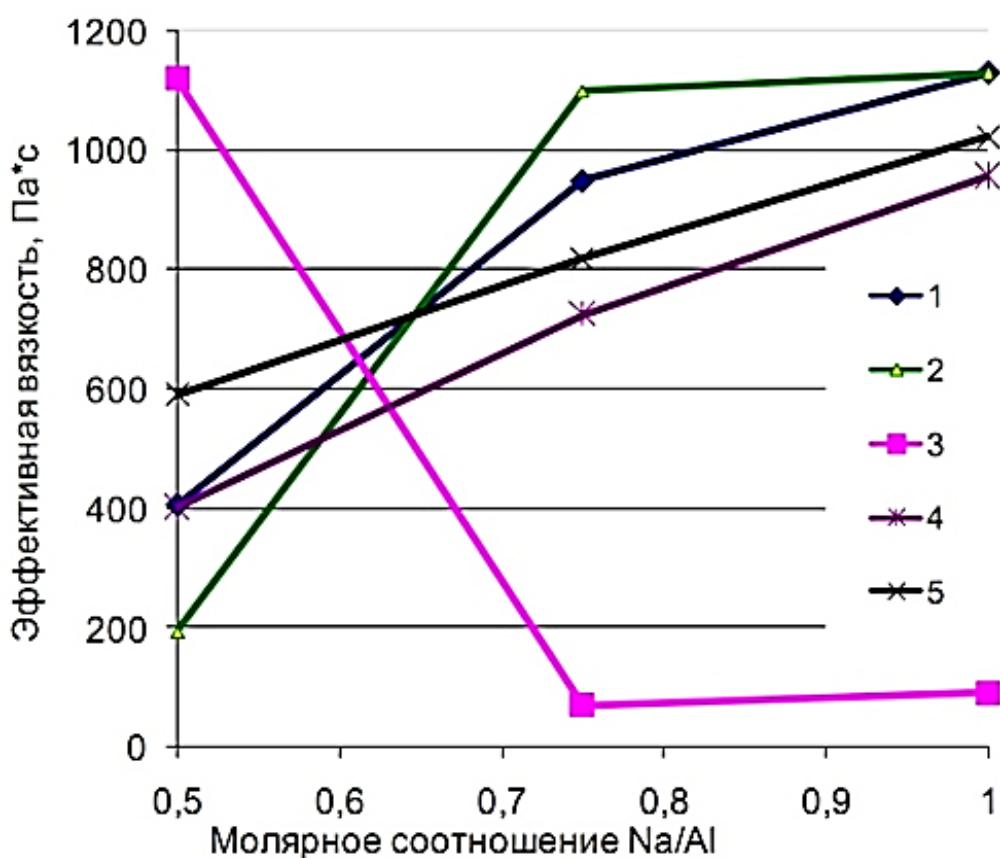


Рис. 1. Зависимость изменения эффективной вязкости системы от содержания щелочного активатора и вида золы

Тепловая обработка инициирует процессы растворения алюмосиликатной составляющие зол-уноса. При термической обработке равной 80°C процессы структурообразования в более интенсивных золах проходят достаточно активно, и геополимерные вяжущие на их базе набирают больше 90% прочности.

В зависимости от применяемых компонентов в составе геополимерного бетона можно получить различную характеристику для определенных условий применения конструкций и изделия, а также решается проблема утилизации отходов в виде зол-уноса теплоэнергетических предприятий и металлургических доменных шлаков.

### ***Список литературы***

1. Чижов Р.В. Влияние особенностей сырья на свойства геополимерных материалов / Р.В. Чижов, Н.И. Кожухова // Материалы XVI Международной межвузовской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и докторантов «Строительство – формирование среды жизнедеятельности», Москва, МГСУ, 24–26 апреля 2013. – М.: МГСУ, 2013. – С. 566–567.
2. Кожухова Н.И. Перспективы развития геополимерных вяжущих / Н.И. Кожухова, И.В. Жерновский, Е.Н. Бондарева // Исследования и инновации в вузе: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: БГТУ, 2012. – С. 499–502.
3. Жерновский И.В. Перспективы использования алюмосиликатов природного и техногенного происхождения в промышленности строительных материалов / И.В. Жерновский, Ф.Е. Жерновой, Н.И. Кожухова, В.А. Калашникова // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные материалы и технологии» (XX научные чтения), Белгород, 11–12 октября 2011 г., Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – С. 67–69.
4. Калашникова В.А. Особенности геополимерных вяжущих на основе техногенного алюмосиликатного сырья / В.А Калашникова, И.В. Жерновский, Н.И. Кожухова // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона», Саратов, 19–21 апреля 2013. – Саратов, 2013. – С. 54–57.