

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЩЕЛОЧЕАКТИВИРОВАННЫХ ВЯЖУЩИХ

**З.Ю.Негматов З.Ю. к.т.н., доцент, Негматов Д.З. с.н.с.и.,**

**Махамматов М.С. ассистент СамГАСИ**

### Аннотация

Кенгаювчи шлакишқорли цементларнинг чизикли кенгайиш, мустаҳкамлик ва зуриқиш каби хоссаларини аниқаш "шлак - ишқорли компонент - кенгаювчи қўшимча" тизим асосида ўрганилди. Боғловчининг кенгайиш муддати ва катталиги, мустаҳкамлиги ва зўриқиши, боғловчи таркибидаги шлак тури, ишқорли компонент, қотиш шароити, кенгаювчи қўшимчани таркиби ва миқдориға боғлиқ; Боғловчини ташкил этувчиларининг майинлик даражаси гидратация ва қотиш суръати, унинг эритматалабчанлик, тошнинг ғоваклик ва сувўтказмастик хусусиятларига таъсир этади. Олинган тажриба натижаларига кўра қўшимчанинг миқдори 11% ва солиштирма юзаси 3000-3500 см<sup>2</sup>/г бўлган боғловчи оптимал кўрсаткичларга эга бўлиб, намуналарининг чизикли кенгайиши 1,44 мм/м, мустаҳкамлиги 48-50 МПа ва зўриқиши 1,57 - 0,65 МПа ташкил этади.

With the aim to reveal the influence of some factors to the properties of linear expansive slagalkali cements, linear expansion, strength and self - stressing binder system "slag – alkali component - expansive admixtures were studied. The terms and size of expansion, mechanical strength and self-stressing binder composition depend on types of slag, alkali component, conditions of hardening, composition and quantity of expansive admixtures. Thinness of grinding components defines the rate of hydration and hardening of a binder, it's mortar requirements, porosity of stone and it's watertightness. The best indices have binders containing 11% of expansive admixtures with specific surface of 3000-3500 cm<sup>2</sup>/g. Linear expansion of samples is 1.44mm/m, strength is within the limits of 48-50 MPa, and self-stressing in a diapason of 0.57 - 0.65 MPa.

Результатами исследования установлены особенности процессов гидратации и структурообразования вяжущей системы "шлак-щелочной компонент-расширяющая добавка". Выявленные особенности обусловлены видом шлака, природой щелочного компонента, составом расширяющейся добавки, степени измельчения составляющих, условиями твердения и предопределяют свойства исследуемых вяжущих.

С целью выявления этих факторов на свойства расширяющихся шлакощелочных цементов изучено линейное расширение, механическая прочность и самонапряжения вяжущих композиций на основе электротермофосфорного и доменного шлаков и расширяющих добавок с различным соотношением  $\text{CaSO}_4/\text{CaO}$ .

Введение в состав вяжущего расширяющей добавки Д-1, Д-2, Д-3 в количестве 7% от массы шлака вызывает незначительное расширение. С увеличением количества добавки до 11% линейное расширение возрастает и составляет 0,328-0,416 %. При увеличении количества добавки до 15 % линейное расширение увеличивается и составляет 0,358-0,486 %, но стабилизация линейного расширения в этих образцах не наблюдается. На деформативные свойства цементов также существенно влияют условия твердения. Для обеспечения расширения необходима водная или влажная среда твердения. Твердения на воздухе сопровождается снижением степени расширения.

Тонкость помола составляющих определяет скорость гидратации и твердения вяжущего, его растворопотребность (водопотребность), пористость камня и его водонепроницаемость. Результаты эксперимента свидетельствуют, что грубый помол, 2400-2800  $\text{см}^2/\text{г}$ , снижает прочностные показатели до 38,5 МПа, при этом увеличивается линейное расширение до 1,51 мм/м на 28 суток твердения. Увеличение тонкости помола до 4000-4500  $\text{см}^2/\text{г}$  способствует формированию плотного камня с высокой водонепроницаемостью и прочностью. Однако при увеличении тонкости помола возрастает растворопотребность, которая приводит к ухудшению показателей линейного расширения -1,38 мм/м, прочность составляет 43-45 МПа.

Наилучшие показатели имеют вяжущие с удельной поверхностью 3000-3500  $\text{см}^2/\text{г}$ , изготовленные при одинаковом растворошлаковом отношении (Р/Ш) и при условии одинаковой степени гидратации. Линейное расширение образцов составляет 1,44 мм/м. При этом прочность вяжущего находится в пределах 48-50 МПа.

Обычно расширяющиеся цементы с высокой степенью расширения обладают и свойством развивать усилия самонапряжения. Анализ полученных данных свидетельствуют о том, что введение 7 % добавки в состав цемента во всех случаях не оказывает существенного влияния на самонапряжение, величина колеблется в диапазоне 0,21-0,29 МПа.

Наилучшие результаты показали образцы, содержащие 11 % добавки. Получен безусадочный цемент как с малой, так и со средней энергией самонапряжения -0,57-0,65 МПа. Увеличение количества добавки до 15 % не приводит к существенному изменению величины самонапряжения, которая в этом случае находится в диапазоне 0,58-0,66 МПа. При дальнейшем твердении наблюдается образование трещин в результате увеличения линейного расширения во всех рассмотренных составах, что приводит к снижению самонапряжения.

Анализ прочности цементного камня при введении добавки Д-1 в количестве 7% показывает предел прочности при сжатии к 28 сут твердения 41,3-43,4 МПа, при увеличении содержания добавки до 11% - уменьшается до 40,0-42,2 МПа, при дальнейшем увеличении добавки до 15% прочность составила 39,6-40,8 МПа в зависимости от условий твердения. С увеличением  $\text{CaSO}_4$  в добавке (Д-2 и Д-3) прочность увеличивается.

По результатам испытаний оптимальным количеством добавки можно считать во всех случаях 11%, так как именно при таком количестве добавки в цемент попадает необходимое количество СаО.

Исследованиями структурно-механических характеристик шлакощелочных безусадочных и расширяющихся цементов с помощью метода резонанса вынужденных колебаний при твердения доказано, что введение расширяющей добавки приводит к ускорению процессов кристаллизации новообразований вяжущей системы.

Сроки и величина расширения вяжущих композиции зависят от вида шлака, щелочного компонента, условий твердения, состава и количества расширяющей добавки и степени измельчения составляющих. При этом, установлены общие закономерности изменения во времени прочности, расширения и самонапряжения исследуемого вяжущего. Первый период твердения (от начала затворения до 7-14 сут в зависимости от вида шлака и добавки) характеризуется быстрым ростом прочности, а также незначительными расширением и смонапряжением цементного камня, второй период (до 14-21 сут) - незначительным ростом прочности или некоторым ее снижением, существенным увеличением расширения и медленным ростом самонапряжения структуры. В третьем периоде (более 14-21 сут) наблюдается рост прочности, стабилизация расширения и самонапряжения твердеющего камня.

Установлено, что величины линейного расширения, усилия самонапряжения и прочностные характеристики безусадочных

шлакощелочных вяжущих регулируются видом шлака, тонкостью помола, природой щелочного компонента, количеством и составом вводимой расширяющей добавки, а также режимом твердения.

При этом количество вводимой добавки определяет линейное расширение и самонапряжение. В композициях на основе электротермофосфорного шлака прочность с увеличением добавки незначительно снижается, а в композициях на основе доменных шлаков возрастает. Увеличение соотношения  $\text{CaSO}_4/\text{CaO}$  в составе добавки приводит к снижению линейного расширения и самонапряжения, а прочностные показатели в этом случае незначительно возрастают.

Полученные специальные, т. е. безусадочные, расширяющиеся и напрягающиеся шлакощелочные цементы и бетоны на их основе могут найти применение при ремонтных, реконструкционных и строительно-монтажных работах, в подземном и дорожном строительстве, а также в гидротехнических сооружениях.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Негматов З.Ю., Султанов А.А. Расширяющийся и напрягающийся шлакощелочные цементы // Щелочные цементы и бетоны. Тез. докл. 1 международ. конф. - Киев, 1994. - С. 221-227.
2. Негматов З.Ю. Специальные цементы на основе отходов промышленности // Бино ва иншоотларнинг мустаҳкамлиги, зилзилабардошлиги, қурилиш материаллари ва муҳандислик коммуникация муаммолари // Республика илмий-амалий конф. маъруза. тез. - Намангон, 1997, - 35-36 бет.
3. Негматов З.Ю. Исследование линейных деформаций и прочности щелочных безусадочных и расширяющихся цементов // СамДАҚИ профессор-ўқитувчи ва ёш олимларнинг олиб борган илмий ишлари якунига бағишланган илмий-амалий конф. мақолалар тўплами. - Самарқанд, 2000. - 68-69 бет.